

Titulació:

**GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA**

Alumno (nombre y apellidos):

**CARLOS ARIÑO GONZÁLEZ**

Enunciado TFG / TFM:

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE LA REUTILIZACIÓN  
DE CONTENEDORES MARÍTIMOS COMO UNIDAD DE  
ATENCIÓN PRIMARIA Y PRIMEROS AUXILIOS**

Director/a del TFG / TFM:

**NEUS FRADERA TEJEDOR**

Convocatoria de entrega del TFG / TFM:

**15/01/2020**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1.1. RESUMEN .....	7
1.2. ABSTRACT .....	7
1.3. DECLARACIÓN DE HONOR.....	8
1.4. OBJETO .....	9
1.5. ALCANCE.....	9
1.6. ESPECIFICACIONES BÁSICAS .....	10
1.7. JUSTIFICACIÓN .....	10
<b>2. UTILIDADES Y LUGARES DE APLICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>3. ESTUDIO DE LOS CONTENEDORES .....</b>	<b>19</b>
3.1. TIPOS DE CONTENEDORES .....	20
3.2. DIMENSIONES DE CONTENEDORES .....	23
3.3. ELECCIÓN DEL CONTENEDOR .....	24
<b>4. TRANSPORTE .....</b>	<b>25</b>
<b>5. DISEÑO DEL BLOQUE DE ATENCIÓN PRIMEROS AUXILIOS .....</b>	<b>28</b>
5.1. EQUIPAMIENTO Y MATERIAL MÉDICO NECESARIO.....	28
5.2. DISPOSICIÓN APARATAJE.....	41
5.3. PUERTA DE ACCESO AL MÓDULO .....	42
5.4. SOPORTES CONTENEDOR.....	43
5.5. PROPUESTA DISEÑO MODULAR Y UNIÓN DE VARIOS MÓDULOS .....	44
<b>6. INSTALACIONES .....</b>	<b>47</b>
6.1. AISLAMIENTO, INSTALACIÓN TÉRMICA Y VENTILACIÓN .....	47
6.1.1. SISTEMA DE AISLAMIENTO.....	47
6.1.2. INSTALACIÓN AIRE ACONDICIONADO FRÍO Y CALOR.....	48
6.1.3. APERTURAS PARA VENTILACIÓN .....	51
6.2. RECUBRIMIENTOS INTERIOR Y EXTERIOR DEL CONTENEDOR.....	52
6.2.1. REVESTIMIENTO INTERIOR DEL SUELO .....	52
6.2.2. REVESTIMIENTO INTERIOR DE LAS PAREDES .....	54
6.2.3. REVESTIMIENTO INTERIOR DEL TECHO .....	55
6.2.4. PINTURA INTERIOR.....	56
6.2.5. PINTURA Y RECUBRIMIENTO EXTERIOR .....	56
6.3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA .....	57
6.4. ILUMINACIÓN DEL MÓDULO .....	61
6.5. PREVISIÓN DE POTENCIAS ELÉCTRICAS .....	62
6.6. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	64
6.6.1. DEMANDA ENERGÉTICA DIARIA .....	65
6.6.2. RADIACIÓN SOLAR.....	67
6.6.3. SELECCIÓN PANELES SOLARES .....	69

6.6.4.	SELECCIÓN REGULADOR DE CARGA .....	71
6.6.5.	SELECCIÓN ACUMULADOR .....	72
6.6.6.	SELECCIÓN INVERSOR .....	73
6.6.7.	DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	76
6.6.8.	CONDUCTORES SELECCIONADOS .....	78
6.6.9.	ESTRUCTURA .....	80
6.6.10.	RESUMEN DATOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	81
<b>6.7.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>82</b>
6.7.1.	DESCRIPCIÓN .....	82
6.7.2.	DISPOSICIÓN DE CIRCUITOS .....	83
6.7.3.	CUADRO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES .....	84
6.7.4.	INTERRUPTORES Y ENCHUFES .....	86
6.7.5.	CONDUCTORES Y CANALIZACIONES .....	88
6.7.6.	FÓRMULAS APLICADAS PARA LOS CÁLCULOS .....	90
6.7.7.	RESULTADOS CÁLCULOS .....	92
6.7.8.	PUESTA A TIERRA .....	95
<b>6.8.</b>	<b>INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>96</b>
<b>7.</b>	<b>PESO DEL MÓDULO CON SUS ELEMENTOS .....</b>	<b>97</b>
<b>8.</b>	<b>PROCESO CONSTRUCTIVO Y MONTAJE .....</b>	<b>98</b>
<b>9.</b>	<b>IMPACTO MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>105</b>
<b>10.</b>	<b>VIABILIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>106</b>
<b>11.</b>	<b>NORMATIVA Y REGLAMENTO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>107</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Avalanchas en conciertos y manifestaciones .....	11
Ilustración 2:	Atención médica en eventos deportivos .....	12
Ilustración 3:	desastres naturales cada vez más frecuentes .....	14
Ilustración 4:	Conflictos bélicos activos 2019 .....	15
Ilustración 5:	Mapa países subdesarrollados .....	16
Ilustración 6:	Médicos en países subdesarrollados .....	16
Ilustración 7:	Zona rural .....	17
Ilustración 8:	Actual caseta de atención sanitaria en playas de Málaga .....	18
Ilustración 9:	Trabajos peligrosos .....	18
Ilustración 10:	Contenedor tipo Dry Van .....	20
Ilustración 11:	Contenedor High Cube .....	21
Ilustración 12:	Contenedor reefer (refrigerador) .....	21
Ilustración 13:	Contenedor de techo abierto .....	22
Ilustración 14:	Contenedor lateral abierto .....	22
Ilustración 15:	Contenedor cisterna .....	22
Ilustración 16:	Tren de mercancías transportando contenedores .....	25
Ilustración 17:	Transporte de contenedor en avión militar .....	27

Il·lustració 18: Transporte de contenedores en helicóptero de carga.....	27
Il·lustració 19: Transporte de contenedor en helicóptero de carga .....	28
Il·lustració 20: Mueble para consulta .....	30
Il·lustració 21: Camilla hidràulica.....	31
Il·lustració 22: Frigorífic sanitari .....	32
Il·lustració 23: Mueble auxiliar con ruedas.....	32
Il·lustració 24: Taburete con ruedas .....	33
Il·lustració 25: Ordenador portàtil Lenovo .....	33
Il·lustració 26: Banqueta de acero .....	33
Il·lustració 27: Impresora HP LaserJet .....	34
Il·lustració 28: Aire acondicionado frío/calor .....	34
Il·lustració 29: Desfibrilador .....	35
Il·lustració 30: Monitor de constantes.....	35
Il·lustració 31: Respirador asistido.....	36
Il·lustració 32: Ecógrafo .....	36
Il·lustració 33: Báscula y tallímetro.....	37
Il·lustració 34: Lámpara médica con lupa .....	37
Il·lustració 35: Electrocardiógrafo.....	38
Il·lustració 36: Negatoscopio de sobremesa.....	38
Il·lustració 37: Esfigmomanómetro .....	39
Il·lustració 38: Fonendoscopio.....	39
Il·lustració 39: Oftalmoscopio de bolsillo .....	40
Il·lustració 40: Otoscopio de bolsillo.....	40
Il·lustració 41: Espirómetro digital.....	40
Il·lustració 42: Render interior del módulo.....	41
Il·lustració 43: Esquema ubicació elements .....	41
Il·lustració 44: Puerta de acceso a contenedor .....	42
Il·lustració 45: Rampa de acceso contenedor.....	43
Il·lustració 46: Contrachapado de madera de color blanco recubriendo fibra de vidrio. .....	43
Il·lustració 47: Soportes regulables en altura, para nivelar el bloque .....	44
Il·lustració 48: Junta de unión entre contenedores.....	44
Il·lustració 49: Twistlock de unión .....	45
Il·lustració 50: Unión interior de contenedores.....	45
Il·lustració 51: Perfil metálico de refuerzo para aperturas .....	46
Il·lustració 52: Render acoplamiento de 6 módulos .....	46
Il·lustració 53: Aislamiento interior de fibra de vidrio .....	47
Il·lustració 54: Aislamiento exterior fibra de vidrio .....	48
Il·lustració 55: Impermeabilización con Poliuretano .....	48
Il·lustració 56: Equipo de climatización frío-calor seleccionado.....	50
Il·lustració 57: Ventana doble.....	51
Il·lustració 58: Ventana de 1 hoja .....	52
Il·lustració 59: Revestimiento laminado de madera HDF para pavimento .....	52
Il·lustració 60: Capa de espuma de látex aislante.....	53
Il·lustració 61: Zócalo de madera MDF .....	53
Il·lustració 62: Masilla adhesiva para fijación de elementos del pavimento .....	53



Il·lustració 63: Ejemplo de estructura metálica para colocación de paneles de cartón-yeso.....	54
Il·lustració 64: Aislante en el interior de la estructura metálica para Pladur .....	55
Il·lustració 65: Colocación de paneles de Pladur para el techo .....	56
Il·lustració 66: Pintura plástica mate para interiores.....	56
Il·lustració 67: Pintura protectora para exterior.....	57
Il·lustració 68: Impermeabilización con poliuretano mediante pistola a presión .....	57
Il·lustració 69: Depósito de agua 500 litros de IBC .....	58
Il·lustració 70: Equipo Osmosis Inversa para potabilizar agua .....	59
Il·lustració 71: Tubo de polietileno de 20 mm .....	59
Il·lustració 72: Codo y llave de paso .....	60
Il·lustració 73: Situación de luminarias en el módulo .....	61
Il·lustració 74: Plafón Led 30 W .....	62
Il·lustració 75: Luz de emergencia con batería .....	62
Il·lustració 76: Ejemplo de contenedor con paneles solares .....	64
Il·lustració 77: Tipos de radiación solar .....	67
Il·lustració 78: Radiación solar estimada año 2016 en la ubicación .....	68
Il·lustració 79: Panel solar seleccionado.....	70
Il·lustració 80: Regulador Leonics SCP-48240.....	71
Il·lustració 81: Acumulador seleccionado.....	73
Il·lustració 82: Caja para baterías .....	73
Il·lustració 83: Inversor seleccionado .....	74
Il·lustració 84: Esquema funcionamiento del inversor .....	75
Il·lustració 85: Funcionamiento APP de control del inversor.....	75
Il·lustració 86: Esquema funcionamiento de la instalación fotovoltaica .....	76
Il·lustració 87: Render situación de las baterías .....	77
Il·lustració 88: Render con la disposición de los paneles.....	77
Il·lustració 89: Cable unipolar para instalaciones en corriente continua .....	78
Il·lustració 90: Panel solar sobre el soporte giratorio.....	81
Il·lustració 91: Soporte para estructura de los paneles seleccionada .....	81
Il·lustració 92: Sistema CETAC .....	83
Il·lustració 93: Esquema de funcionamiento instalación eléctrica del módulo .....	83
Il·lustració 94: Cuadro eléctrico seleccionado .....	84
Il·lustració 95: Magnetotérmico ICP de 25 A seleccionado .....	85
Il·lustració 96: Diferencial seleccionado de 25 A y 30 mA .....	85
Il·lustració 97: PIA automático seleccionado de 16 A.....	86
Il·lustració 98: : PIA automático seleccionado de 10 A.....	86
Il·lustració 99: Interruptor doble seleccionado .....	87
Il·lustració 100: Enchufe 2P+T seleccionado.....	87
Il·lustració 101: Clavija aérea 2P+T .....	88
Il·lustració 102: Manguera de cable Lexman RVK seleccionada .....	89
Il·lustració 103: Tubo corrugado LEXMAN seleccionado .....	90
Il·lustració 104: Esquema caídas de tensión máximas admitidas según REBT-ITC-BT-19 .....	90
Il·lustració 105: Intensidades admisibles (A) al aire. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.....	91
Il·lustració 106: Pica a tierra de 2 metros seleccionada .....	96

Il·lustració 107: Extintor CO2 de 5 kg seleccionat.....	99
---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperatura media en la superficie de la Tierra .....	13
Tabla 2: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 20' .....	23
Tabla 3: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 40' .....	23
Tabla 4: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 40' High Cube .....	24
Tabla 5: Dimensiones y masas contenedor Reefer 20' .....	24
Tabla 6: Dimensiones y masas contenedor Reefer 40' .....	24
Tabla 7: Tráfico marítimo de contenedores en TEU (unidades equivalente a 20 pies) .	26
Tabla 8: Situación de elementos en el plano .....	42
Tabla 9: Relación de área con BTU.....	48
Tabla 10: Relación de personas con BTU .....	49
Tabla 11: Equipamiento generadores de calor .....	49
Tabla 12: Relación entre Watts y BTU .....	50
Tabla 13: Potencias máximas consumidas del equipamiento .....	63
Tabla 14: Energía eléctrica consumida diaria .....	66
Tabla 15: Coeficientes para el cálculo del rendimiento de la instalación .....	67
Tabla 16: Horas sola pico por meses.....	69
Tabla 17: Posibles configuraciones módulos .....	70
Tabla 18: Configuración seleccionada para montaje .....	71
Tabla 19: caídas de tensión sistema solar.....	78
Tabla 20: Secciones seleccionadas cableado sistema solar .....	80
Tabla 21: Gráfica comparativa de producción - consumo de la instalación .....	82
Tabla 22: Resumen de cargas a máxima potencia .....	92
Tabla 23: Tabla intensidades máximas admisibles montaje A2 y recubrimiento XLPE..	93
Tabla 24: Tabla caídas de tensión, corrientes máximas admitidas y selección de secciones por circuito .....	94
Tabla 25: Sumatorio de pesos del módulo y sus elementos.....	96
Tabla 26: Tareas y sub-tareas construcción y montaje del módulo.....	99
Tabla 27: Tareas grupo 1.....	100
Tabla 28: Tareas grupo 2.....	102
Tabla 29: Tareas grupo 3.....	103
Tabla 30: Tareas grupo 4.....	103
Tabla 31: Tareas grupo 5.....	104
Tabla 32: Resumen de tareas por grupos y tiempo .....	104
Tabla 33: Diagrama de Gantt .....	105

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño de un módulo de atención médica primaria y de primeros auxilios reutilizando contenedores de transporte marítimo en desuso.

En los últimos años se puede observar un aumento de las necesidades médicas debido al incremento de los desastres naturales, conflictos bélicos y otras situaciones en las cuáles se requiere de atención sanitaria.

Para ello, el bloque diseñado en este proyecto, estará preparado para ser transportado y poder adaptarse a cualquier lugar del mundo de forma eficiente y rápida. También contará con todo el equipamiento necesario para poder ser autosuficiente energéticamente y poder cubrir un amplio abanico de contingencias médicas de diferentes índoles.

## 1.2. ABSTRACT

This Project consists in the design of a module of primary medical attention and first aid reusing containers of maritime transport in disuse.

In recent years, an increase of medical needs can be observed due to the increase of natural disasters, military conflicts and other situations in which health care is required.

For this situations, the block designed in this project will be prepared to be transported and be able to adapt to any place in the world efficiently and quickly. It will also have all the necessary equipment to be able to be energy self-sufficient and to cover a wide range of medical contingencies of different kinds.

### 1.3. DECLARACIÓN DE HONOR

I declare that,

the work in this Master Thesis / Degree Thesis (*choose one*) is completely my own work,

no part of this Master Thesis / Degree Thesis (*choose one*) is taken from other people's work without giving them credit,

all references have been clearly cited,

I'm authorised to make use of the company's / research group (*choose one*) related information I'm providing in this document (*select when it applies*).

I understand that an infringement of this declaration leaves me subject to the foreseen disciplinary actions by *The Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTECH*.

Carlos Ariño González

Student Name

\_\_\_\_\_

Signature

12/01/2020

Date

Title of the Thesis : **Estudio e implementación de la reutilización de contenedores marítimos como unidad de atención primaria y primeros auxilios**

## 1.4. OBJETO

Este proyecto tiene como objetivo realizar el diseño de un bloque de atención primaria y primeros auxilios reutilizando un contenedor de transporte marítimo en desuso. Este bloque será ampliable mediante módulos. También se deberá adaptar a zonas y condiciones variables del entorno.

El módulo tiene que ser lo más versátil posible, y poder funcionar en el máximo gran rango de situaciones y ubicaciones diferentes de forma eficiente. Para ello deberá ser adaptable y capaz de ser transportado con facilidad y solvencia a cualquier lugar del mundo.

El bloque de atención primaria y primeros auxilios deberá cumplir con unos estándares de calidad e innovación mínimos. Contemplará todos los aspectos necesarios para su correcto funcionamiento, desde el equipamiento médico hasta el diseño de las instalaciones eléctricas y de fontanería necesarias.

## 1.5. ALCANCE

En el presente proyecto se realizará:

- Estudio del entorno y áreas principales de utilización del bloque.
- Estudio de las instalaciones y equipamientos médicos necesarios para la atención primaria y de primeros auxilios.
- Estudio de los tipos de contenedores existentes, sus características y sus ventajas e inconvenientes.
- Estudio de los medios de transporte del bloque.
- Diseño de la distribución de los módulos, equipos y mobiliario en el bloque.
- Cálculo eléctrico de la instalación de baja tensión necesaria.
- Cálculo eléctrico de la instalación de energía fotovoltaica necesaria.
- Cálculo de la instalación de fontanería.
- Cálculo de la instalación de climatización.
- Estudio de los elementos constructivos del bloque.
- Estudio de viabilidad económica y presupuesto del proyecto.
- Realización de planos necesarios.

No se realizará:

- Puesta en marcha y ejecución del proyecto.
- Estudio de instrumentación y material sanitario específico de uso.
- Obtención de permisos, certificados y revisiones necesarios.
- Estudio de impacto medioambiental del bloque.
- Estudio de viabilidad económica del proyecto como posible negocio futuro.

## 1.6. ESPECIFICACIONES BÁSICAS

Las especificaciones básicas que el módulo debe cumplir son las siguientes:

- Autosuficiencia energética del módulo mediante paneles fotovoltaicas.
- Disposición de instalaciones necesarias del módulo.
- Disposición de agua corriente sanitaria.
- Mantenimiento de una temperatura y ventilación correctas.
- Buena iluminación interior.
- Acceso adaptado para minusválidos y para camillas.
- Posibilidad de adaptación a diferentes terrenos, mediante nivelación del bloque.
- Disposición del equipamiento médico mínimo para el desarrollo de su función.
- Posibilidad de montaje y unión de varios módulos.
- Posibilidad de transporte por diferentes medios.
- Adaptabilidad a cualquier entorno y facilidad de uso y montaje.
- Mantenimiento mínimo del bloque y sus elementos.
- Durabilidad, resistencia a inclemencias meteorológicas y larga vida útil.

## 1.7. JUSTIFICACIÓN

Se quiere realizar un proyecto innovador y con un valor social añadido. Este proyecto pretende crear un bloque versátil que se pueda desplazar de forma fácil y rápida a cualquier lugar del mundo donde sea necesario.

Debe tener el equipamiento sanitario e instalaciones suficientes como para poder ser usado tanto como bloque de atención primaria, como para atención de primeros auxilios en cualquier situación y lugar.

Es bloque médico podría utilizarse en grandes eventos con mucha afluencia de gente como por ejemplo conciertos, eventos deportivos o manifestaciones, donde pueden haber avalanchas, desmayos, aglomeraciones. Incluso como en los últimos años se ha visto, pueden llegar a haber atentados terroristas y tiroteos.

En la escalada de tensión actual, donde cada vez hay más guerras y conflictos entre países, que además suelen ser países subdesarrollados, en los cuáles la sanidad es precaria o inexistente, este bloque sería de gran utilidad. Podría ser vital en caso de acciones violentas donde hayan heridos.

También en caso de desastres naturales, este bloque transportable por todos los medios de forma inmediata, ayudaría a evitar muchas muertes, sobretodo en países con una estructura sanitaria y de salvamento precaria.

En todas las situaciones anteriores, y muchas otras, gracias a este bloque sanitario, que tiene una aplicación real y que además se puede ampliar modularmente en función de la capacidad que se desee tener, se ayudaría a salvar vidas en situaciones determinadas.

## 2. UTILIDADES Y LUGARES DE APLICACIÓN

El bloque de atención primaria y primeros auxilios está diseñado para diferentes aplicaciones. Se podrían separar en cuatro grandes ámbitos de aplicación:

- **Eventos con gran afluencia de gente:** fiestas populares, conciertos, festivales, manifestaciones, concentraciones son ejemplos de situaciones en las que se pueden producir grandes aglomeraciones de personas. Muchos de estos eventos, además se producen en verano, época del año en la cuál se alcanzan altas temperaturas y condiciones de humedad críticas. Además en algunos eventos hay gran cantidad de intoxicaciones etílicas y de drogas que se deben atender sanitariamente y con urgencia ya que pueden derivar en afecciones más graves y incluso la muerte.



*Ilustración 1: Avalanchas en conciertos y manifestaciones*

Existe también una legislación y normativa vigente en España de protección civil que se debe tener en cuenta y cumplir en este tipo de eventos. Concretamente son 5 decretos que afectan al uso de la asistencia médica y son: Real Decreto 2816/1982; Real Decreto 393/2007; Real Decreto 836/2012; Real Decreto 22/2014 y Decreto 30/2015. Estas leyes están dirigidas a regular los dispositivos sanitarios necesarios en eventos o actividades que puedan suponer un riesgo para la vida de las personas asistentes.

- **Eventos deportivos:** en este tipo de eventos hay un riesgo elevado de lesión de cualquier participante en el evento deportivo. Para ello es necesario que un equipo de atención primaria evalúe al paciente y poder así reducir el riesgo de lesión. También se pueden dar casos más graves como paros cardiacos debido al esfuerzo, para ello un equipo especializado con medios y equipos sanitarios pueden asegurar una rápida actuación y salvar vidas.



Un estudio realizado por “Nelson Tang, Chadd K Kraus, Justin D Brill, Judy B Shahan, Chyrl Ness, James J Scheulen” titulado “Asistencia médica de eventos con base hospitalaria en el maratón de Baltimore, 2002-2005” toma datos sobre la evaluación, tratamiento y evolución de pacientes que resultaron lesionados en el maratón de Baltimore de los años 2002 al 2005. Gracias a este estudio podemos llegar a la conclusión de que de los 33700 participantes, 1144 (un 3%) acudieron a los puntos de asistencia médica. De estos 1144, un 32% correspondieron a lesiones por deshidratación, un 25% a lesiones musculares y un 20% a heridas cutáneas, un 17% por enfermedades cardio-respiratorias como arritmias, hipertensión, desmayos, y el resto por otras patologías de diferentes características. Fue necesario el traslado a hospital del 4% de estos 1144 pacientes atendidos.

Como conclusión podemos decir que la mayor parte de estos pacientes fueron atendidos por lesiones y patologías de carácter menor y que las de carácter mayor, fueron evaluadas en primera instancia por el equipo sanitario en el evento pudiendo evacuar al hospital de forma rápida.

También cabe destacar que en el año 2005 en el que la temperatura fue mayor a los otros años del estudio, se atendieron bastante más gente por deshidratación e insolación.

Se demuestra que es totalmente necesario la presencia de equipos médicos en eventos deportivos ya que son susceptibles de lesiones y patologías.



*Ilustración 2: Atención médica en eventos deportivos*

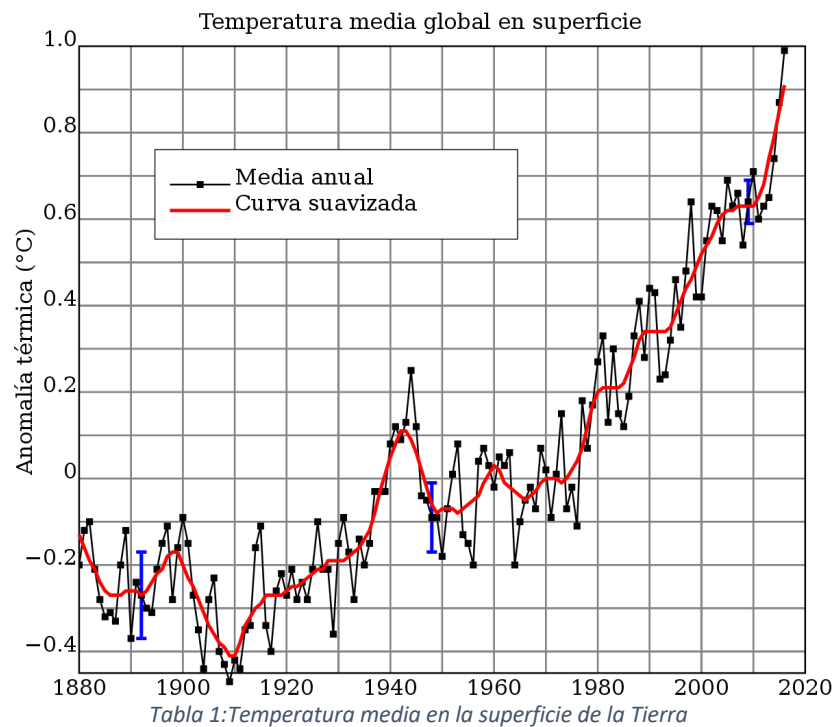
También en pistas de esquí, donde se producen a diario bastantes lesiones y traumatismos debidos a caídas y golpes. Es totalmente necesario disponer de servicio de atención primario y de primeros auxilios en estas instalaciones. Nuestro módulo, gracias a que es transportable, permitiría poder tener el módulo durante la temporada de esquí y luego trasladarlo a otra zona.

- **Catástrofes naturales o conflictos bélicos:** debido al cambio climático, cada vez estamos más expuestos a catástrofes debidas a fenómenos meteorológicos y desastres naturales. En los últimos años hemos visto cómo ha aumentado el



número de desastres naturales que se producen y cada vez son más devastadores. Se ha demostrado que este hecho está muy relacionado con el cambio climático y que si no tomamos medidas la situación irá a peor en el futuro.

Según datos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la tierra que cualquier anterior desde 1850. Los niveles de hielo y nieve han disminuido considerablemente por lo tanto el nivel del mar ha aumentado al igual que la temperatura del océano . Las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado a niveles sin precedentes, afectando al suelo, los cultivos, el aire que respiramos y por lo tanto a la salud de las personas.



Los desastres naturales directamente relacionados con el cambio climático al que tendremos que hacer frente en los próximos años son los siguientes:

- Inundaciones: como resultado de lluvias torrenciales o por la subida del nivel del mar.
- Olas de frío y calor: debido a un aumento generalizado de las temperaturas diarias cada vez más extremas.
- Ciclones y huracanes: debido a un océano más cálido, niveles del mar más elevados y fuertes lluvias que amplifican el efecto de los huracanes.

- Sequías: como resultado del aumento de las temperaturas se han observado sequías más prolongadas e intensas en particular en zonas ya de por sí castigadas debido a su clima desértico, como África occidental y Europa meridional.
- Tormentas: aumento de precipitaciones muy intensas y extremas que pueden dar lugar a inundaciones.
- Incendios: debido a las sequías y climas secos, aumentan los incendios forestales al estar la zona más árida y seca.

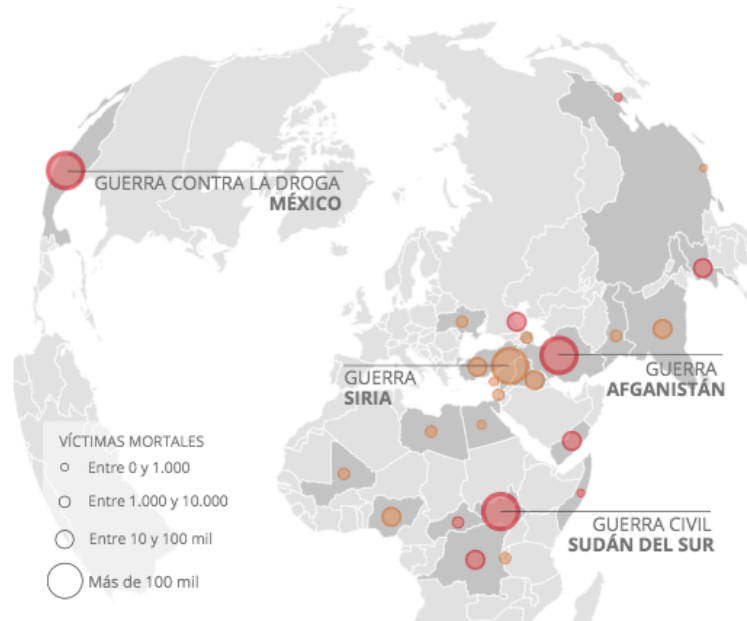


*Ilustración 3: desastres naturales cada vez más frecuentes*

Otro grave problema son los **conflictos bélicos** que siguen activos en la actualidad y son los siguientes (fuente: Council of Foreign Relations y Polynational War Memorial):

## Los conflictos que siguen en 2019

Conflictos que han **aumentado** o **se mantienen** en el último año



*Ilustración 4: Conflictos bélicos activos 2019*

El bloque de atención primaria objeto de este proyecto podría ayudar en las situaciones anteriormente comentadas a disminuir drásticamente las muertes en los escenarios de guerras o desastres naturales ya que es fácilmente transportable por mar, tierra y aire al lugar exacto donde se ha producido un ataque o una catástrofe natural. En este tipo de escenarios una atención de primeros auxilios a heridos que pueden sufrir mutilaciones, heridas graves, hemorragias, traumatismos, quemaduras puede salvar miles de vidas.

- **Países subdesarrollados:** según datos de un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) con datos tomados en 2016, **un sistema de salud mejor hubiera evitado más del 80% de muertes en países subdesarrollados**. Es un dato terrible. Durante el año del estudio (2016) se registraron 19,3 millones de muertes en países de ingresos pobres y medianos.

Muchas de estas muertes fueron debidas a enfermedades potencialmente curables en países desarrollados, como muchas enfermedades cardiovasculares, mortalidad de recién nacidos, tuberculosis, accidentes de tráfico, sida o cáncer. El estudio de la OMS refleja que de las 19,3 millones de muertes registradas en países subdesarrollados, 15.6 millones eran evitables en sistemas sanitarios de países en vías de desarrollo como Vietnam, Brasil, Costa Rica, Colombia o Chile entre otros. Simplemente el control y prevención podrían haber prevenido muchas de estas muertes.

Uno de los grandes problemas es la mortalidad infantil, donde se registran 40,5 muertes de cada 1000 nacimientos.



*Ilustración 5: Mapa países subdesarrollados*

Otro de los problemas de los países subdesarrollados es que la gran mayoría están expuestos a climatologías adversas tropicales o áridas. Las primeras pueden suponer temperaturas elevadas durante todo el año y precipitaciones extremas durante una época concreta del año; las segundas suponen temperaturas muy elevadas durante todo el año y grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche. Ausencia de precipitaciones que agravan la sequía y en muchas zonas dificultan el acceso a agua potable para el consumo humano.



*Ilustración 6: Médicos en países subdesarrollados*

El bloque de atención primaria podría ayudar en estas zonas tan afectadas a reducir drásticamente las muertes con una atención primaria adecuada. En muchos casos con una simple vacuna, que es algo totalmente normalizado en países desarrollados, se podrían salvar miles de muertes infantiles. Con una simple atención médica de examen físico y tratamiento de afecciones comunes mediante la medicación adecuada se daría solución a este grave y devastador problema.

- **Poblaciones rurales:** muchas pueblos rurales donde quedan pocos habitantes que muchos de ellos no se pueden desplazar a las capitales de provincia donde si hay centros médicos, se han quedado sin centros de atención primaria ya que no sale a cuenta mantener un centro médico, con los costes que conlleva, para atender a unas pocas personas.



*Ilustración 7: Zona rural*

Para solucionar esto, en muchas poblaciones rurales se están creando consultorios médicos donde el médico visita unos días concretos a la semana. El módulo de atención primaria podría instalarse en las zonas rurales donde se requiera de este servicio. De esta forma, el médico se traslada con su propio vehículo al pueblo y pasa visita en el módulo de atención primaria instalado. En caso de que ese pueblo o zona rural con el paso de los años quede despoblada, es tan fácil como recoger el módulo y transportarlo a otra zona rural donde se requiera.

- **Zonas de baño:** según datos de la Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo las personas fallecidas por ahogamiento en zonas de baño en España ha sido de 372 personas en 2018. La gran mayoría de ahogamientos se produjeron en lugares sin vigilancia. También la gran mayoría de ahogamientos se produjeron en playas, seguidamente de ríos. En último lugar en piscinas.

Esto se podría solucionar poniendo un bloque de atención de primeros auxilios en playas y zonas fluviales de baño donde no hay actualmente servicio de atención de primeros auxilios.

Estos módulos se pueden colocar los meses de verano donde es más frecuente el baño y retirarlos el resto del año para poder ser utilizados en otros lugares y situaciones en las que sea necesario.





*Ilustración 8: Actual caseta de atención sanitaria en playas de Málaga*

- **Trabajos peligrosos:** hay ciertos trabajos que pueden suponer un riesgo elevado para los trabajadores que lo realizan. Como por ejemplo excavaciones petrolíferas, trabajos en minas y espacios confinados, trabajos en altura, trabajos en alta tensión. En algunas de estas situaciones se podría necesitar un bloque médico instalado durante el tiempo concreto que duren las actividades laborales peligrosas planteadas. En caso de accidente laboral, se realizará una atención de primeros auxilios inmediata y en caso de accidentes laborales con lesiones leves, también se podrá atender a los afectados de forma eficiente, rápida y segura.



*Ilustración 9: Trabajos peligrosos*

El equipamiento médico consisten en todos los equipos sanitarios y materiales necesarios para llevar a cabo los primeros auxilios y estarán en función de la capacidad y las competencias del personal que ha de aplicarlos.

Son necesarios para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades.


### 3. ESTUDIO DE LOS CONTENEDORES

Desde hace más de 60 años el transporte marítimo mundial utiliza los ya conocidos contenedores de acero Corten.

Este material tiene un alto contenido en cobre, níquel y cromo. También se utiliza en puentes, torres, chimeneas e, incluso, esculturas decorativas al aire libre. Es un material que cuando se oxida obtiene unas características muy particulares, protegiéndolo frente a la corrosión atmosférica, sin perder sus características mecánicas.

Todos los contenedores marítimos de transporte están diseñados y construidos siguiendo unos estándares de características y dimensiones que regula la normativa ISO 6346. Para el presente proyecto se va a utilizar un contenedor de 20 pies que tiene unas dimensiones de (2,438 x 6,05 m y una altura de 2,605 m).

20 PIES STANDARD (dry cargo) 20' x 8' x 6'				
MEDIDA	EXTERNA (metros/pies)		INTERNA (metros/pies)	
LARGO	6,05m	20'	5,90m	19'4"
ANCHO	2,43m	8'	2,34m	7'8"
ALTO	2,59m	8'6"	2,40m	7'10"



Se selecciona un contenedor de 20 pies, porque es uno de los más usados en el transporte marítimo, por lo tanto es muy fácil encontrar unidades de segunda mano para reutilizar. También porque las dimensiones son más que suficientes para el desarrollo de su función. El de 40 pies, sería demasiado grande. También hay que tener en cuenta que cuanto más grande, más alto el coste del transporte, de montaje, de mantenimiento y más elevado su peso.

Estas dimensiones deben ser tenidas muy en cuenta ya que son la clave del éxito para el transporte rápido, sin contratiempos y efectivo mediante diferentes medios. Ya que están preparados para un perfecto acople entre piezas y superficies para un transporte efectivo.

Debido a la crisis económica, hay actualmente un gran número de contenedores abandonados en los puertos y zonas industriales de medio mundo.

A veces, los contenedores son utilizados como espacio temporal en las obras de construcción. Actualmente están reutilizándose para otros usos, como construcción permanente de viviendas, escuelas, oficinas u centros médicos.

Las ventajas de la re-utilización de contenedores marítimos para otros usos son:

- Reducció de temps en la duració de la construcció o preparació de les instal·lacions. La magnitud de esta reducció depèn de diversos factors, però se estima que pot arribar a un 30% en molts casos.
- Ahorro econòmic, ja que depenent de la construcció i de altres factors, se estima que el ahorro és d'entorn a un 40% respecte a una construcció tradicional.
- Se poden comprar contenidors marítims en qualsevol lloc del món i a baix cost (un contenidor nou de 20 peus, ronda els 2000€).
- Se poden transportar amb molta facilitat en camió, sent de gran facilitat transportar-los fins al lloc d'ús.
- Modularitat de construcció, ja que permet la ampliació de la construcció amb gran facilitat, afegint més contenidors.

Les desavantatges de la re-utilització de contenidors marítims per altres usos són:

- Els contenidors marítims que s'utilitzen per el transport marítim, solen portar una imprimació d'una capa de pesticides i insecticides en el seu interior. Esta capa ha de retirar-se abans de reutilitzar-lo, fet que suposa un cost econòmic.
- El desgast del material, ja que encara que l'acer Corten és un dels materials més duradors i resistents, hi ha alguns contenidors que tenen algun dany degut al ús prolongat durant molts anys, a un mal manteniment o a cops produïts en la seva estructura.
- Reforç estructural en cas de necessitar-lo (per a construcció a diverses alçures o resistència a càrregues elevades).
- Limitació en l'espai, ja que les dimensions són les que són i s'ha d'adaptar els seus equipaments a l'espai.

### 3.1. TIPOS DE CONTENEDORES

En la actualitat existeixen diversos tipus de contenidors de transport i se diferencien segons el tipus de funció que té, el seu aïllament, refrigeració i tipus de obertura:

- Estàndar: també coneguts com Dry Van. Estan tancats hermèticament i no tenen refrigeració ni ventilació.



*Il·lustració 10: Contenedor tipus Dry Van*



- High Cube: Contenedores estándar de 40 pies pero tienen una altura de 9,6 pies (2,93 metros):



*Ilustración 11: Contenedor High Cube*

- Reefer: se trata de contenedores refrigerados, sean del tamaño que sean, cuentan con un sistema de conservación del frío o calor y un termostato. Van conectados a un generador externo que alimenta el sistema de refrigeración.



*Ilustración 12: Contenedor reefer (refrigerador)*

- Cielo abierto: son los contenedores que tienen apertura en la parte superior. Utilizados para mercancías de gran tamaño, que se introduzcan en el interior del contenedor con una grúa desde la parte superior. Utilizadas para el transporte de ciertos tipos de maquinaria pesada.



*Il·lustració 13: Contenedor de techo abierto*

- Lateral abierto: contenedores con apertura en un lateral. Se utilizan para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se puedan introducir por la puerta del contenedor.



*Il·lustració 14: Contenedor lateral abierto*

- Contenedor cisterna: destinados al transporte de líquidos. Se trata de una cisterna contenida dentro de unas vigas de acero que delimitan las dimensiones de un contenedor estándar. De esta forma este contenedor cisterna dispone de las características técnicas de cualquier contenedor para su fácil transporte.



*Il·lustració 15: Contenedor cisterna*

### 3.2. DIMENSIONES DE CONTENEDORES

Existen muchas medidas para los contenedores marítimos todas siguiendo la normativa ISO 6346. Los más utilizados en la actualidad son los de 20 y 40 pies.

Existen diversas medidas variando lo largo y la altura del contenedor. La anchura es fija en 2,45 metros. La altura suele variar entre 2,6 y 2,9 metros, aunque la más utilizada suele ser la de 2,6. En cuanto a la longitud del contenedor si que hay bastantes variantes. Como hemos dicho las más utilizadas debido a su fácil acople en camiones, sobre todo en Europa, son los de 20 y 40 pies, que corresponden a 6,10 y 12,2 metros de longitud respectivamente.

Las longitudes estandarizadas son las que se presentan en la siguiente tabla de características técnicas de los contenedores:

- Contenedor Dry-Van 20':

<b>PESO</b>	<b>VACIO</b>	2.250 KG
	<b>PESO MAXIMO</b>	28.240 KG
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNAS</b>	<b>INTERNAS</b>
<b>LARGO</b>	6.058mm	5.900 mm
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.345 mm
<b>ALTO</b>	2.591 mm	2.400 mm
<b>VOLUMEN</b>	33,30 m3	



Tabla 2: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 20'

- Contenedor Dry-Van 40':

<b>PESO</b>	<b>VACIO</b>	3.630 KG
	<b>PESO MAXIMO</b>	26. 850 KG
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNAS</b>	<b>INTERNAS</b>
<b>LARGO</b>	12.192 mm	12. 030 mm
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.345 mm
<b>ALTO</b>	2.591 mm	2.400 mm
<b>VOLUMEN</b>	67,70 m3	



Tabla 3: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 40'

- Contenedor Dry-Van 40' High Cube:

<b>PESO</b>	<b>VACIO</b>	3.800 KG
	<b>PESO MAXIMO</b>	26.600 KG
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNAS</b>	<b>INTERNAS</b>
<b>LARGO</b>	12.192 mm	12.030 mm
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.350 mm
<b>ALTO</b>	2.896 mm	2.710 mm
<b>VOLUMEN</b>	76,50 m3	



Tabla 4: Dimensiones y masas contenedor Dry-Van 40' High Cube

- Contenedor Reefer 20':

<b>PESO</b>	<b>VACIO</b>	3.400 KG
	<b>PESO MAXIMO</b>	27.280 KG
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNAS</b>	<b>INTERNAS</b>
<b>LARGO</b>	6.058mm	5.500 mm
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.285 mm
<b>ALTO</b>	2.591 mm	2.255 mm
<b>VOLUMEN</b>	28,30 m3	



Tabla 5: Dimensiones y masas contenedor Reefer 20'

- Contenedor Reefer 40':

<b>PESO</b>	<b>VACIO</b>	4.500 KG
	<b>PESO MAXIMO</b>	30.400 KG
<b>MEDIDAS</b>	<b>EXTERNAS</b>	<b>INTERNAS</b>
<b>LARGO</b>	12.192 mm	11.575 mm
<b>ANCHO</b>	2.438 mm	2.285 mm
<b>ALTO</b>	2.591 mm	2.250 mm
<b>VOLUMEN</b>	58, 70 m3	



Tabla 6: Dimensiones y masas contenedor Reefer 40'

### 3.3. ELECCIÓN DEL CONTENEDOR

Debido al aumento de los contenedores abandonados en los puertos de todo el mundo, por múltiples causas, como la crisis, cierre de algunas empresas de transporte, renovación de los contenedores de las empresas y abandono de los antiguos; tenemos en la actualidad una gran cantidad de contenedores que no se utilizan y podrían ser reciclados para otros usos.

El uso que nos ocupa en el presente proyecto es la reutilización de contenedores marítimos para instalar en el un módulo de atención primaria y primeros auxilios, que pueda disfrutar de todas las ventajas de este sistema de transporte, facilidad de movilidad, resistencia, bajo coste, rapidez de instalación, modulable, etc.

Para el presente proyecto se utilizará un contenedor de 20 pies, de dimensiones normalizadas exteriores 6,058 metros de largo x 2,438 metros de ancho y 2,59 metros de alto. Las dimensiones interiores serán 5,9 x 2,345 x 2,4 metros respectivamente. La capacidad es de 33,2 metros cúbicos.

Este contenedor tiene unas dimensiones que cumplen sobradamente con los requisitos de espacio para albergar las instalaciones en su interior y para el uso que se le va a dar. Además, este tamaño también permite poder acoplar varios módulos a uno de 40' tal y como se verá en el apartado 5.4. Este tamaño más reducido, también contribuye al ahorro en materiales para habilitar el contenedor para convertirlo en un espacio preparado para el uso sanitario y al ahorro en coste de transporta, ya que es más caro transportar una unidad de 40' que una de 20'.

El peso bruto máximo para el contenedor seleccionado según la norma ISO, es de 28,24 toneladas, por lo que sobradamente cumple con los pesos previstos en la instalación del módulo propuesto en este proyecto.

## 4. TRANSPORTE

Las vías que se contemplan para el transporte del módulo de atención primaria y primeros auxilios son tierra, mar y aire.

- Transporte por carretera: contempla el transporte mediante camiones o trenes. Actualmente la red mundial de carreteras y caminos alcanza los 33.345.165 km y la red ferroviaria alcanza los 1.370.782 km en el mundo. Vistos estos datos, se puede afirmar que el transporte por carretera es el más flexible, también el que ofrece un servicio más directo. Pudiendo llegar a casi cualquier lugar del mundo, por recóndito que sea. [Datos de Bancomundial.org].



*Ilustración 16: Tren de mercancías transportando contenedores*

- Transporte marítimo: El tráfico portuario de contenedores está en aumento. Debido al auge del comercio global, de las nuevas tecnologías y la facilidad y bajo coste en el transporte internacional, no deja de crecer año tras año los millones de contenedores transportados por mar. En el año 2017 se han transportado

más de 750 millones de contenedores equivalentes a 20 pies en el mundo. Los países que más operaciones realizan son Estados Unidos y China. En la siguiente gráfica se puede observar el aumento del tráfico de contenedores marítimos en TEU (unidades equivalentes a 20 pies), por años:

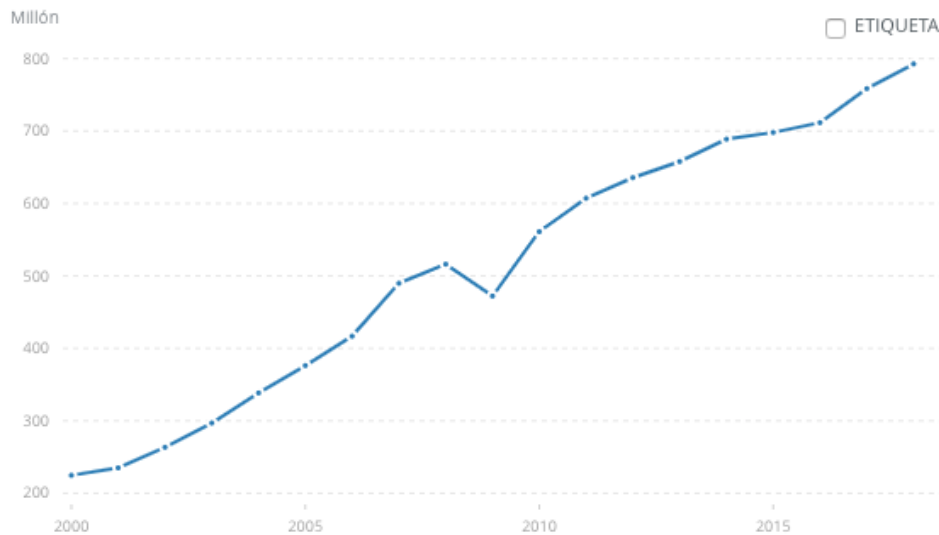


Tabla 7: Tráfico marítimo de contenedores en TEU (unidades equivalente a 20 pies)

- Transporte aéreo: el transporte aéreo está bastante limitado para los contenedores marítimos. Debido a que los aviones de transporte de mercancías permiten el transporte de solo unos tipos de contenedores concretos de dimensiones específicas, de alturas de como máximo 1,6 metros de altura. Por lo tanto los aviones quedan descartados para el módulo de atención primaria y primeros auxilios propuesto.

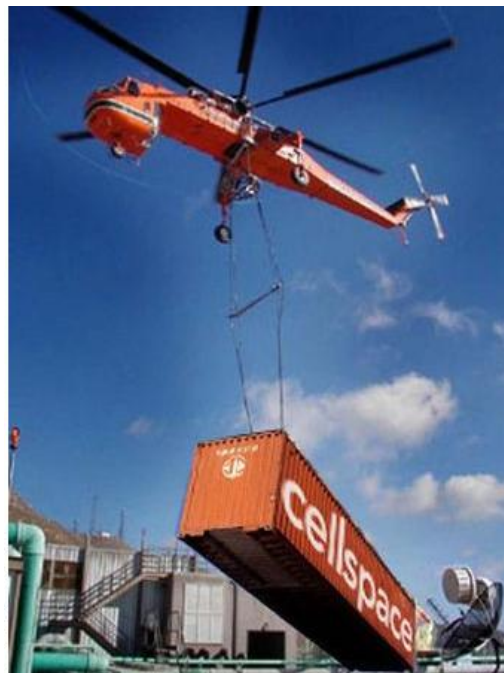
Si bien es cierto que mediante algún modelo concreto de aviones militares de algunos países si que se podrían transportar cargas especiales como contenedores de dimensiones como el propuesto de 20 pies, pero limitaría muchísimo el alcance y aumentaría el coste. En caso de catástrofe, conflicto bélico de gravedad y causas de fuerza mayor, se podría llegar a transportar los módulos de atención médica en estos aviones militares.





*Il·lustració 17: Transporte de contenedor en avión militar*

Otra opción para el transporte aéreo consistiría en la utilización de helicópteros de carga, pero solo para traslados cortos, ya que es una técnica peligrosa por los movimientos e inercias de la carga.



*Il·lustració 18: Transporte de contenedores en helicóptero de carga*

Para el transporte en helicóptero, se transporta el módulo con cables de gran resistencia que sostienen el módulo en el aire, pero debido a factores externos como el viento, condiciones climatológicas, transferencia de masas, puede terminar en un accidente la maniobra.



*Il·lustració 19: Transporte de contenedor en helicóptero de carga*

Existen varios modelos de helicópteros de carga, o también llamados grúa. Algunos de los helicópteros diseñados para este fin son:

- Aérospatiale AS 350 Écureuil: carga máxima 12000 kg.
- Boeing Vertol 234: carga máxima 22432 kg.
- Bell 412: carga máxima 14850 kg.

Podemos ver que estas aeronaves podrían levantar y desplazar sin problemas el módulo de atención primaria y primeros auxilios, ya que el peso del módulo es de 4929 kg en vacío (ver apartado 7), pero el coste sería elevadísimo, al igual que en el avión militar.

Debido a los elevados costes, el transporte aéreo del módulo queda reservado a situaciones excepcionales.

## 5. DISEÑO DEL BLOQUE DE ATENCIÓN PRIMEROS AUXILIOS

### 5.1. EQUIPAMIENTO Y MATERIAL MÉDICO NECESARIO

El equipamiento médico en una consulta de atención primaria o en un bloque de atención primaria es de vital importancia para poder desarrollar con calidad y eficiencia la labor sanitaria.

Para consultar el aparataje y equipamiento necesario en el bloque, diseñado se debe consultar el necesario tanto para consultas de atención primaria, como para consultorios de atención a primeros auxilios.

Para ello se consultan los reglamentos y normativas legales a nivel Estatal, y son, el Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre la autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios y el Real Decreto



137/1984, de 11 de enero, sobre estructuras básicas de la salud. En los que se establece lo siguiente:

*La dotación de los mismos, deberá ser adecuada a las funciones que realicen, debiendo comprender equipos y materiales sanitarios adecuados para su función”.*

*La dotación mínima para la atención primaria será:*

- *Peso clínico*
- *Tallímetro*
- *Negatoscopio*
- *Otoscopio*
- *Rinoscopio*
- *Oftalmoscopio*
- *Fonendoscopio*
- *Esfigmomanómetro*
- *Nevera y termómetro de máximas y mínimas*
- *Camilla de exploración*
- *Electrocardiógrafo*
- *Medicación, material de reanimación y primeros auxilios*
- *Equipo de reanimación cardiopulmonar*
- *Linterna*
- *Martillo de reflejos*
- *Espirómetro o neumotacógrafo homologado*

En cuanto a la dotación de primeros auxilios, no existe ninguna regulación estatal que hable de ello, pero si existen 3 normativas autonómicas, concretamente de Catalunya. Se pueden consultar en el “Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya”, i es la “Llei 31/95, de 8 de Novembre”. Según esta normativa, *todos los locales de primeros auxilios deben de disponer de cómo mínimo:*

- *Farmacia portátil*
- *Camilla de exploración*
- *Fuente de agua potable*
- *Acceso fácil para camilla*
- *Disponer de luz, ventilación, agua potable y temperatura adecuada*
- *Estar señalizadas*
- *Garantizar intimidad personal*
- *Disponer de aparatos de comunicación telefónica*
- *Aparataje de reanimación cardiopulmonar*
- *Desfibrilador externo automático (DEA)*
- *Férulas*
- *Equipamiento de oxigenoterapia*
- *Mantas ignífugas*

Por lo tanto, tras haber consultado estas normativas aplicables, se debe aclarar que la consulta de atención primaria y primeros auxilios se regirá a la normativa aplicable en el país de utilización del bloque. Nosotros para su diseño, se aplicará la normativa de España y Cataluña anteriormente descrita.

También cabe destacar que no todo el material que se contempla en el siguiente listado es obligatorio, pero si se cree que es muy importante para poder dar un servicio sanitario de calidad y poder cubrir gran parte de las posibles enfermedades y contingencias médicas que se puedan dar, tanto de atención primaria como de primeros auxilios. Por ese motivo se equipa más equipamiento del obligatorio, para hacer del módulo una herramienta para los médicos muy versátil y adaptable a muchas situaciones y lugares.

En función del lugar de aplicación y uso del módulo de atención primaria y primeros auxilios, se podrá necesitar de otro material y equipamiento que no está contemplado en el listado, como por ejemplo; si el módulo fuera destinado a un lugar donde hay un conflicto bélico, sería interesante montar equipos de radiografía o cierto equipamiento para realizar intervenciones quirúrgicas, como equipos de anestesia y monitorización más avanzados. Al igual que si solo se desea utilizar el módulo para la atención primaria en zonas rurales, donde no tienen acceso a Centros de Atención Primaria (CAPs), cierto equipamiento como respiradores asistidos o monitor de constantes vitales no serían necesarios y no haría falta instalarlos.

Es así que el material que se cree importante y se selecciona para equipar el contenedor y poder llevar a cabo la actividad médica es el siguiente:

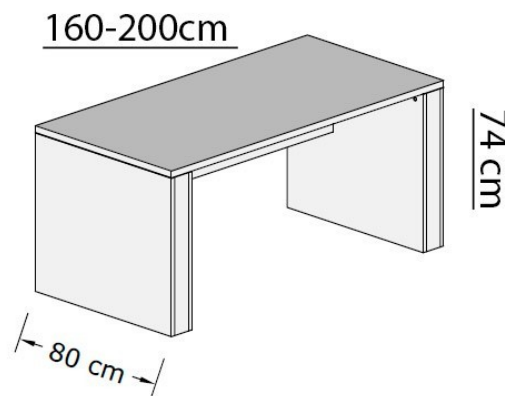
- **Mobiliario y equipamiento:**

- **Mueble clínico modulable y fuente de agua potable.** Longitud total de 2,20 metros, anchura total 0,72 metros y altura de 1,25 metros. Superficie de tacto liso, higiénico y fácil de limpiar. Cantos de PVC y cajones interiores metálicos. Tiene un peso de 74,5 kg.



*Ilustración 20: Mueble para consulta*

- **Mesa de despacho blanca de 160 x 80 x 74 cm.** Versátil de madera de nogal, de color blanco.



- **Camilla hidráulica 2 cuerpos 184x70 cm.** Camilla hidráulica de dos cuerpos con tapizado de color negro. Respaldo abatible en diferentes posiciones para que sea cómodo para el paciente. La altura también es regulable mediante un pedal hidráulico. Lleva ruedas en las 2 patas de la zona del cuerpo superior para facilitar la movilidad si fuera necesario. El peso máximo de trabajo soportado es de 190 kg. El peso de la camilla es de 59 kg.



*Ilustración 21: Camilla hidráulica*

- **Frigorífico sanitario Liebherr LKUv 1610.** Se trata de un frigorífico de 600x615x820 mm de dimensiones. Tiene un peso en vacío de 24 kg. Para el almacenamiento de medicación o muestras que necesiten conservarse refrigeradas. Tiene capacidad de 130 litros y cumple con todas las normas de seguridad para la conservación de medicamentos o productos sanitarios. Funciona con refrigerante R-600, tiene cerradura y termostato según la Norma NFX 15140. Su consumo energético es de 0,7 kWh/24 h. Su potencia consumida es de 100 W.



*Il·lustració 22: Frigorífic sanitari*

- **Mueble auxiliar con ruedas** de 50x48x79 cm de dimensiones. Con 4 cajones y bandeja. Para el almacenamiento de material y medicación.



*Il·lustració 23: Mueble auxiliar con ruedas*

- **2 taburetes con ruedas** tapizados en color negro. Base de acero cromado. Asiento relleno de espuma y recubierto de polipiel de alta resistencia para garantizar la máxima durabilidad.



*Il·lustració 24: Taburete con ruedas*

- **Ordenador portàtil Lenovo Ideapad 330**, 8 GB de RAM, procesador i5-8300H y capacidad de 1TB HDD de disco duro. Para la realización de informes médicos, recetas, seguimiento y toma de datos, entre otras funcionalidades. Tiene una potencia consumida de 105 W.



*Il·lustració 25: Ordenador portàtil Lenovo*

- **Banqueta de acero** con piso antideslizante de 2 tramos para subir a una camilla.



*Il·lustració 26: Banqueta de acero*

- **Impresora HP LaseJet Pro MFP M426dw**, permite impresión a color a doble cara, escáner y conexión inalámbrica. Para imprimir informes, recetas, recomendaciones y otra documentación. Tiene un bajo consumo de tóner. Su potencia eléctrica consumida es de 250 W.



*Ilustración 27: Impresora HP LaserJet*

- **Aire acondicionado (frío/calor) SAMSUNG F WINDFREE12N**: La potencia de refrigeración es de 12000 BTU. Es recomendado para un área de 24 metros cuadrados. Permite una regulación automática de la temperatura y la velocidad. Tiene función purificadora de aire y deshumidificadora. Las dimensiones de la unidad interior son 82,8x26,5x26,7 cm. Las dimensiones de la unidad exterior son 72x26,5x26,7 cm. El peso de la unidad interior es de 9,4 kg y la unidad exterior 10,8 kg. La potencia eléctrica consumida es de 830 W.



*Ilustración 28: Aire acondicionado frío/calor*

- **Equipamiento sanitario de uso médico:**

- **Desfibrilador semiautomático Life-Point.** Con este equipo se logran salvar vidas, ya que es de vital necesidad para actuar en caso de paradas cardio-respiratorias. Con un tiempo de carga de menos de 10 seg, y un grado de protección IP54, tiene unas condiciones de uso a una temperatura de entre -10 y 50 °C. Su vida útil es de 100 descargas, su peso de 1850 gr y dimensiones de 9,5x27x24 cm. La potencia consumida de este elemento es de 0,35 W.



Ilustración 29: Desfibrilador

- **Monitor de constantes vitales** para el control de diferentes parámetros como la tensión arterial, el ECG o el SPO2. Cuenta con una pantalla TFT a color de 12 pulgadas. Tiene unas dimensiones de 25,5x31x14 cm y peso de 44,7 kg. La potencia eléctrica del equipo es de 90 W.



Ilustración 30: Monitor de constantes

- **Respirador asistido Weinmann Medumat Easy.** Emite la ventilación demandada para pacientes con dificultades respiratorias y falta de oxígeno. Tiene un peso de 9,2 kg y un consumo de 135 W.



*Ilustración 31: Respirador asistido*

- **Ecógrafo Wed-180** con sonda lineal HL, 7,5 MHz. Proporciona imágenes de calidad para el diagnóstico abdominal, partes blandas, embarazos, traumatología, etc. Su peso es de 6 kg y dimensiones de 34x22x24 cm. La potencia de este equipo es 215 W.



*Ilustración 32: Ecógrafo*

- **Báscula y tallímetro de tipo Romano.** Con capacidad de hasta 200 kg y 200 cm. Destinada para el pesaje y medida de pacientes. La precisión es de 100 gr y 0,5 cm. El peso del aparato es de 21 kg y cumple con la norma CE 93/42.





*Il·lustració 33: Bàscula y tallímetro*

- **Lámpara médica con lupa** de 90 Leds con ampliación de 5 dioptrías. Con abrazadera a mesa. Consumo de 90 W.



*Il·lustració 34: Lámpara médica con lupa*

- **Electrocardiógrafo digital serie ECG de 1 canal** para la realización de electrocardiogramas para la detección de trastornos y alteraciones cardiacas. Su peso es de 2,5 kg y sus dimensiones de 34,5x30x8 cm. La potencia eléctrica es de 60 W.



Il·lustració 35: Electrocardiógraf

- **Negatoscopio de sobremesa** para la inspección de radiografías. Tiene una pantalla de metacrilato y estructura de acero inoxidable. Con una lámpara fluorescente en su interior. Su peso es de 4,7 kg y las dimensiones de 75x48x17 cm.



Il·lustració 36: Negatoscopio de sobremesa

- **Esfigmomanómetro Aneroide de tipo palma** para controlar la presión arterial. Fabricado según las normas EN 1060-1/2.



*Il·lustració 37: Esfigmomanòmetre*

- **Fonendoscopi Jotarap de doble campana.** Para la oscultación torácica y abdominal del paciente.



*Il·lustració 38: Fonendoscopi*

- **Oftalmoscopi de bolsillo Pen-Scope, 2,7 V.** Se utiliza para la examinación de la retina del ojo, vasos sanguíneos y otras alteraciones que se puedan apreciar.



Ilustración 39: Oftalmoscopio de bolsillo

- **Otoscopio de bolsillo Pen-Scope 2,7 V.** Sirve para examinar el canal auditivo y el tímpano. Funciona con pilas.



Ilustración 40: Otoscopio de bolsillo

- **Espirómetro digital con pantalla LCD** para analizar la función del pulmón y la capacidad respiratoria del paciente. Funciona con batería recargable.



Ilustración 41: Espirómetro digital

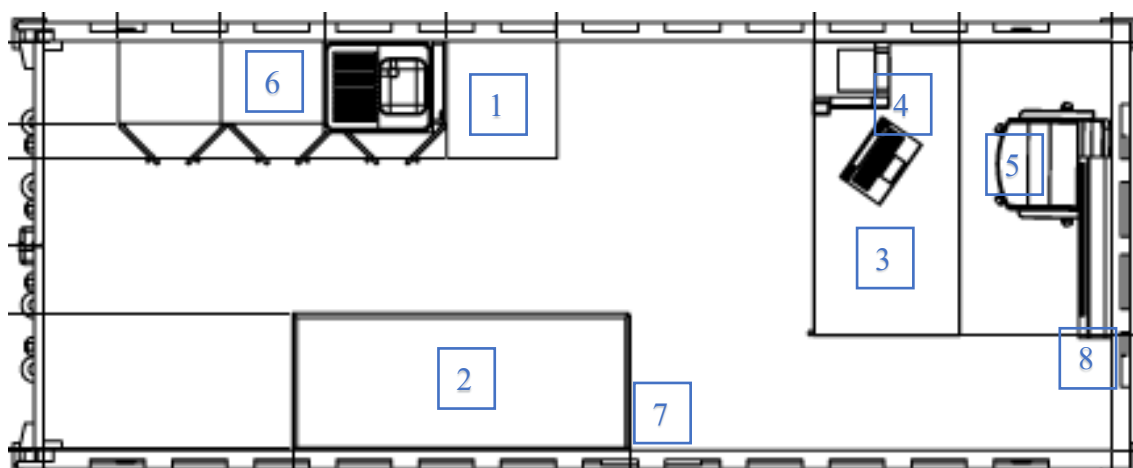
No se tiene en cuenta en el listado anterior de equipamiento sanitario ningún material médico necesario para el desarrollo del servicio médico, como podrían ser medicación, vendas, algunas herramientas de trabajo, material médico desechable, termómetros, martillo, jeringuillas, entre otros.

## 5.2. DISPOSICIÓN APARATAJE

La disposición del equipamiento en el interior del módulo es la siguiente:



*Ilustración 42: Render interior del módulo*



*Ilustración 43: Esquema ubicación elementos*

NÚMERO	ELEMENTO
1	Nevera
2	Camilla
3	Escritorio
4	Ordenador e impresora
5	Silla
6	Mueble con lavamanos
7	Equipamiento médico
8	Aire acondicionado

*Tabla 8: Situación de elementos en el plano*

### 5.3. PUERTA DE ACCESO AL MÓDULO

Esta puerta debe permitir el acceso fácil para camillas y sillas de ruedas. Por ello que debe tener una rampa y una entrada lo suficiente amplia. Para ello se aprovecharan las puertas originales del contenedor. La puerta izquierda irá fija, con puntos de soldadura en el mecanismo de apertura. La puerta izquierda fija, en su interior también se recubrirá con paneles de Pladur (ver punto 6.2.2). De esta forma, solo tendremos la puerta derecha, que permite un acceso de dimensiones: 117 x 235 cm de ancho x alto. Es un acceso más que suficiente para el acceso de sillas de ruedas y camillas. Según la normativa, el acceso debe ser de cómo mínimo 80 cm (recomendado 100 cm), por lo tanto cumplimos sobradamente con la anchura mínima para el acceso.



*Ilustración 44: Puerta de acceso a contenedor*

Para salvar el bordillo de 12 cm que se presenta, se utilizarán rampas de acceso. De esta forma se podrá garantizar el acceso fácil de minusválidos y camillas:



*Il·lustració 45: Rampa de accés contenedor*

La puerta de acceso, se recubrirá en su interior con el material aislante de fibra de vidrio. Por encima llevará un panel contrachapado de madera, con pegamento de alta adherencia y tornillería, para albergar en su interior el aislante y hacer de soporte para este, que no se salga.



*Il·lustració 46: Contrachapado de madera de color blanco recubriendo fibra de vidrio.*

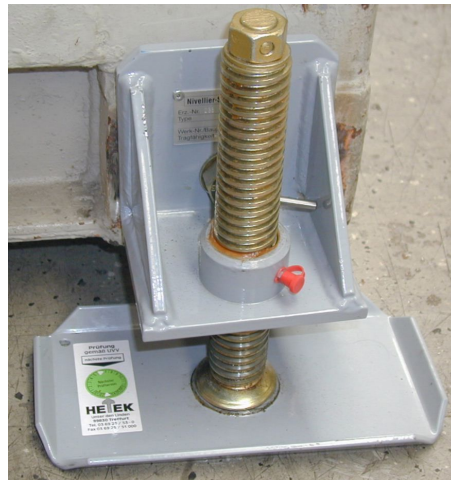
De esta forma se aprovecha la puerta original, sin tener que hacer cortes en la estructura para albergar una nueva puerta. De esta forma se ahorra en coste, ya que realizar una puerta nueva supone un coste elevado, tanto en la puerta y sus perfiles, como en fijar y soldar la original.

#### 5.4. SOPORTES CONTENEDOR

Una vez el módulo sea trasladado al lugar de instalación, lo primero que se debe hacer es colocarlo sobre los soportes preparados para ello. De esta forma se asegura que el contenedor quede nivelado y se adapte a los desniveles del terreno donde se ubica.

Para ello se utilizarán 4 soportes de rosca regulables, uno para cada esquina, que permitirán regular en altura cada uno independientemente para conseguir que el módulo esté nivelado y por lo tanto seguro.





Il·lustració 47: Soportes regulables en altura, para nivelar el bloque

## 5.5. PROPUESTA DISEÑO MODULAR Y UNIÓN DE VARIOS MÓDULOS

El módulo de atención primaria y primeros auxilios está pensado para poder ser acoplado a otros módulos y formar un conjunto de varios bloques. La idea sería poder colocar un módulo central, que haga de distribuidor, sala de espera, lavabos, recepción, y a ambos lados del bloque distribuidor, poder ser colocados los diferentes bloques de atención primaria y primeros auxilios.



Il·lustració 48: Junta de unión entre contenedores

Unir varios módulos no supone ningún problema. Se pueden unir las esquinas mediante presillas si se quiere poder transportar esos contenedores y desmontar los módulos, con cordones de soldadura en caso de que sea definitivo el emplazamiento.

La unión de los diferentes contenedores se realizaría mediante un sistema de acople mecánico. Estos enganches o medios de fijación, también llamados anclajes o *twistlocks*

(bloque de giro) aseguran los contenedores entre sí, y sirven para evitar movimientos de los contenedores acoplados. Además, son trabados entre ellos con barras de amarre (*lashing bars*) para proporcionar más estabilidad al conjunto.



*Ilustración 49: Twistlock de unión*

Las juntas que quedan entre los diferentes módulos deben tratarse con otros elementos y materiales de sellado para poder garantizar una buena estanqueidad del aire, agua y polvo. Se debe aplicar el sellado tanto en el exterior como en el interior.



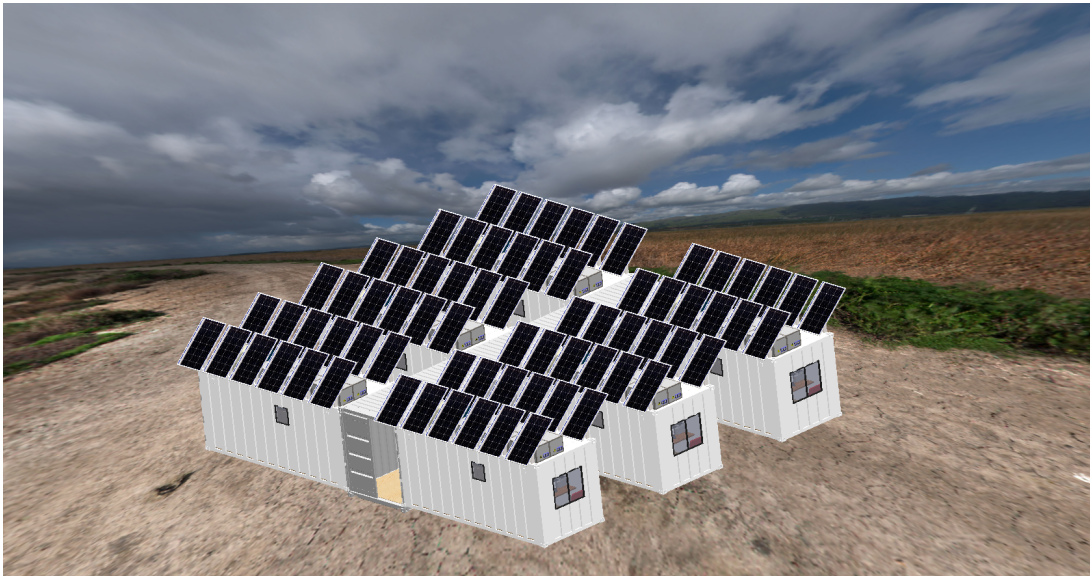
*Ilustración 50: Unión interior de contenedores*

Otro elemento a tener en cuenta son los cortes que hay que realizar en el contenedor, para de esta forma, poder realizar aperturas al exterior, ventanas, o accesos. Estas aperturas se recomienda que no sean muy grandes, para no perder resistencia estructural. En caso de hacer una apertura muy amplia, se debería estudiar si procede colocar un refuerzo estructural en ese punto. También se deberá reforzar la apertura mediante un marco metálico de perfil rectangular soldado en los bordes. De esta forma, también se facilita la colocación de ventanas o puertas en ese hueco.



Il·lustració 51: Perfil metàl·lic de reforç per a obertures

La proposta que se realitza en el present projecte per a la unió de contenidors consisteix en situar un contenidor central, i a ambdós costats hi hauran acoblats els mòduls de la següent forma:



Il·lustració 52: Render acoblament de 6 mòduls

En els annexos del present projecte se poden consultar els plans i demés *renders* en 3D realitzats.

## 6. INSTALACIONES

### 6.1. AISLAMIENTO, INSTALACIÓN TÉRMICA Y VENTILACIÓN

Se debe garantizar una temperatura adecuada de entre 18 y 24 grados en todas las épocas del año en el interior del bloque. También una renovación del aire. Para ello se debe diseñar un sistema de aislamiento del contenedor, así como un sistema que permita la ventilación y renovación del aire y un aire acondicionado frío/calor que permita mantener una temperatura adecuada, tanto en invierno como en verano.

Es tanto o más importante el aislamiento térmico que el sistema de aire acondicionado, ya que en función del nivel de aislamiento térmico del bloque, se podrá conseguir un ahorro energético importante, ya que será necesaria menos potencia de enfriamiento o calefacción del aparato para mantener la temperatura adecuada. Con ello ahorrar energía y ser sostenible con el medioambiente.

#### 6.1.1. SISTEMA DE AISLAMIENTO

El aislamiento del contenedor es uno de los elementos más importantes. Debido al material de los contenedores, se transforman en habitáculos muy fríos en invierno y muy calurosos en verano. Es por ello, que se tiene que aplicar un aislamiento térmico, también para ganar en eficiencia energética.

El aislamiento aplicado debe poder mantener la temperatura entre 18 y 24 grados y de esta forma, reducir el consumo energético en los sistemas de climatización.



*Ilustración 53: Aislamiento interior de fibra de vidrio*

Para ello se selecciona un aislante mineral, concretamente la fibra de vidrio, ya que es un material flexible, barato, que tiene grandes capacidades de aislamiento térmico y también acústico. Su peso es muy reducido, característica que favorece mucho para su transporte. También es un material biodegradable y de gran durabilidad.





*Ilustración 54: Aislamiento exterior fibra de vidrio*

Otra elemento de aislamiento del contenedor es la impermeabilización, para evitar filtraciones de agua en caso de lluvias. Para ello se utiliza un lacado de la chapa del contenedor, en el exterior por las partes superiores de Poliuretano.



*Ilustración 55: Impermeabilización con Poliuretano*

#### 6.1.2. INSTALACIÓN AIRE ACONDICIONADO FRÍO Y CALOR

El contenedor tendrá ventilación al exterior mediante ventanas. Pero para poder mantener la temperatura adecuada, deberá disponer de un sistema de aire acondicionado. Para saber que equipo de refrigeración hay que seleccionar, se calculará la cantidad BTU de refrigeración que se necesita. Para ello se debe saber el área que será climatizada, que se corresponde con 5,9 metros de largo por 2,35 metros de ancho:

$$A = L \cdot A = 5,9 \cdot 2,35 = 13,86 \text{ m}^2$$

Ahora con estos datos, se consulta en la tabla que relaciona la superficie del espacio con la potencia de refrigeración:

ÁREA (m2)	BTU/Hr
7	2600
9	3350
14	5200
19	6000

*Tabla 9: Relación de área con BTU*

Obtenemos 5148 BTU/Hr para un espacio de 13,86 m<sup>2</sup>.

Las personas emiten calor humano. Según la cantidad de personas que habrán en el interior del espacio se necesitará más o menos potencia de refrigeración para compensar ese calor que emite el cuerpo humano. Se consulta en la tabla que relaciona el número de personas con los BTU/Hr para refrigerar según la relación de que 1 persona necesita 600 BTU/Hr para enfriar el calor que emite:

PERSONAS	BTU/Hr
1	600
2	1200
3	1800
4	2400

Tabla 10: Relación de personas con BTU

Se hace la suposición de que habrán 3 personas de media en el interior de la consulta. Consultando en la tabla, se obtiene un BTU/Hr de 1800.

La resistencia eléctrica de ciertos conductores eléctricos, genera cierto calor cuando pasa la corriente por ellos. Para calcular los BTU/hora necesarios para enfriar una determinada potencia en Watts, se utiliza la siguiente relación:

$$\frac{BTU}{hora} = W \cdot 3,414$$

Donde W es la potencia del equipo eléctrico.

Para realizar el sumatorio de potencias de los equipos eléctricos, se debe tener en cuenta solamente los que estén permanentemente encendidos, los que se encienden esporádicamente y solo durante unos minutos, no se tendrán en cuenta para el cálculo de potencia a refrigerar.

Por lo tanto, la potencia total de los equipos que estarán siempre conectados a la red, consumiendo energía y por lo tanto generando calor son:

ELEMENTO	POTENCIA (kW)	UNIDADES	COEF. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
Nevera	0,1	1	1,00	0,1
Ordenador	0,105	1	1,00	0,105
Luminarias LED	0,06	3	1,00	0,18
Luces emergencia	0,02	1	1,00	0,02

Tabla 11: Equipamiento generadores de calor

Por lo tanto la potencia total a refrigerar es:

$$\sum Pot. equipos = 0,1 + 0,105 + 0,18 + 0,02 = 0,405 kW$$

Según la relación anterior, se establece la siguiente tabla que relaciona la potencia de los equipos eléctricos con los BTU/Hora para su enfriamiento:

Watts	BTU/Hora
1000	3414
2000	6828
3000	10242
4000	13656

*Tabla 12: Relación entre Watts y BTU*

Sabiendo que la potencia total como el sumatorio de los equipos del módulo es de 405 W, nuestro BTU de enfriamiento de los equipos eléctricos es de 1382,7 BTU/Hr.

Por lo tanto el BTU total a tener en cuenta para la selección de un equipo de aire acondicionado que cumpla con nuestros requisitos del módulo será el siguiente:

$$BTU \text{ total} = \sum BTU = 1382,7 + 5148 + 1800 = 8330,67 \text{ BTU/Hr}$$

Sabiendo que los BTU/Hr totales necesarios para refrigerar el módulo, el sistema de Aire acondicionado seleccionado es el SAMSUNG F WINDFREE12N que tiene las siguientes características técnicas:

- Su potencia de refrigeración es de 12000 BTU/Hr.
- Está recomendado para un área de 24 metros cuadrados.
- Su eficiencia energética en modo calor es A, y en modo refrigeración es A++.
- El ruido en el exterior es de 49 dB y el interior de 20 dB.
- Permite una regulación automática de la temperatura y la velocidad.
- Tiene función purificadora de aire y deshumidificadora.
- Las dimensiones de la unidad interior son 82,8x26,5x26,7 cm.
- Las dimensiones de la unidad exterior son 72x26,5x26,7 cm.
- El peso de la unidad interior es de 9,4 kg y la unidad exterior 10,8 kg.
- La potencia eléctrica consumida a máxima potencia es de 830 W.



*Ilustración 56: Equipo de climatización frío-calor seleccionado*



Se selecciona un equipo de refrigeración sobredimensionado de 12000 BTU, por encima de las necesidades, para de esta forma disponer de un cierto margen de refrigeración. En caso de tener que utilizar más equipos eléctricos al mismo tiempo, durante un tiempo prolongado, como por ejemplo el ecógrafo, el monitor de constantes vitales, o el respirador mecánico, poder hacer frente a ese aumento de calor emitido. También se puede dar la situación de que en lugar de 3 personas, en un momento determinado puedan haber más personas en el interior del módulo. Otro motivo de selección de un sistema de refrigeración de 12000 BTU en lugar de otro de menor potencia, es porque la diferencia económica entre uno de inferior potencia y este seleccionado de 12000, es muy pequeña.

### 6.1.3. APERTURAS PARA VENTILACIÓN

Para una correcta ventilación y renovación de aire del módulo, tendrá 2 ventanas al exterior. De esta forma también entrará luz natural al interior del bloque. Estas también tendrán que garantizar la intimidad del paciente. Por lo tanto estas ventanas, serán de medidas estándar, tendrán las dimensiones siguientes:

- **Ventana 1:** de apertura oscilobatiente con dos hojas fabricadas en PVC de color blanco, con vidrio de acabado opaco (para garantizar la intimidad del paciente) y permitir la entrada de luz natural. Incorpora doble acristalamiento de 24 mm (4/16/4). Perfil de 70 mm, sin persiana. Medidas 120 cm de ancho x 100 cm de alto.



*Ilustración 57: Ventana doble*

- **Ventana 2:** ventana de PVC de 1 hoja basculante blanca fabricada de PVC de color blanco, con vidrio en acabado rugoso (carglass). Incorpora doble acristalamiento de 24 mm 4/16/4 con perfil de 58 mm, sin persiana. Las dimensiones son 55 x 55 cm.



Il·lustració 58: Ventana de 1 hoja

Los cortes para la instalación de las 2 ventanas, tal y como se plantea en el apartado 5.3, se realizará de forma precisa utilizando una radial especial para acero de alta resistencia. En el caso planteado no será necesario la utilización de refuerzos estructurales, ya que las dos ventanas propuestas son de pequeñas dimensiones, y afectan mínimamente a la resistencia mecánica del módulo. Además las dos ventanas disponen de marcos con un perfil de alta resistencia, que contribuye a la resistencia del conjunto.

## 6.2. RECUBRIMIENTOS INTERIOR Y EXTERIOR DEL CONTENEDOR

Es de vital importancia el recubrimiento del módulo en todas sus superficies. Tanto en el exterior, para poder resistir a condiciones climáticas adversas y al paso de los años, como en el interior, para recubrir superficies y ocultar los elementos de las instalaciones eléctricas, ventilación, fontanería, etc.

### 6.2.1. REVESTIMIENTO INTERIOR DEL SUELO

El suelo se revestirá con un laminado pinto fabricado de madera HDF con un acabado natural, ideal para instalar en lugares de paso frecuente, por su alta resistencia y durabilidad. El coste de este material es relativamente económico en comparación con otros tipos de recubrimientos, concretamente este sale a 3,49 € el metro cuadrado. Cada lámina tiene un espesor de 6 mm, y es un material idóneo para contribuir al aislamiento térmico.



Il·lustració 59: Revestimiento laminado de madera HDF para pavimento

Para la instalación del suelo de laminado de madera, se debe poner una capa de espuma látex de 1,5 mm de grosor, para atenuar el ruido, proporcionar un suelo regular, y aislamiento térmico idóneo. Además, esta base aislante ayuda a la fijación de las láminas de madera del suelo. Tiene un coste de 4,39 € el metro cuadrado.



*Ilustración 60: Capa de espuma de látex aislante*

También será necesaria la instalación de rodapié liso fabricado en MDF revestido de melanina del mismo color que el laminado del suelo. Está rematado con cantos redondeados, y es ideal para instalar en los bordes entre el suelo y la pared. Tiene un coste de 2,27 € el metro lineal.



*Ilustración 61: Zócalo de madera MDF*

Para la instalación y fijación de todos los elementos del suelo, se utilizará masilla adhesiva rápida de revestimiento NMC.



*Ilustración 62: Masilla adhesiva para fijación de elementos del pavimento*

### 6.2.2. REVESTIMIENTO INTERIOR DE LAS PAREDES

Para el revestimiento de las paredes del bloque se utilizarán paneles de Pladur (marca comercializadora), también llamado cartón yeso.

Para la instalación de los paneles de Pladur, se debe realizar la instalación de una estructura de perfiles metálicos, compuesta por canales y montantes que sirven de soporte de los paneles de Pladur. Estos perfiles metálicos irán fijados al acero Corten de las paredes del contenedor mediante tornillería y puntos de soldadura. Se utiliza tornillería para fijar todos los elementos, y cinta y pasta para masillar las juntas y los tornillos.

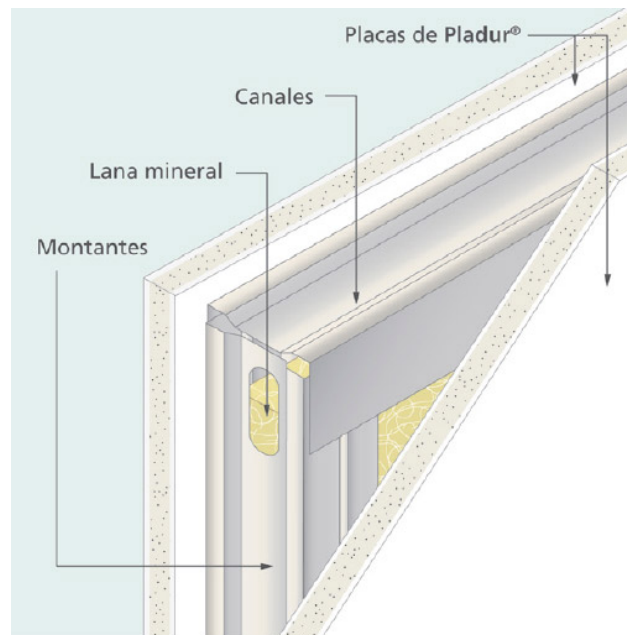


*Ilustración 63: Ejemplo de estructura metálica para colocación de paneles de cartón-yeso*

Las ventajas de la utilización de paneles de cartón-yeso son múltiples, pero las principales son que se gana en ligereza, en rapidez y coste de instalación. Otra gran ventaja es que se adapta fácilmente al espacio y que se puede utilizar para hacer falsos techos.

Algunos inconvenientes de los paneles de Pladur son que no soportan grandes pesos colgados de las paredes o techos, que las placas de Pladur son bastante grandes, y su transporte a veces es más dificultoso que los ladrillos de una pared de obra.

Como se ha comentado en el apartado 6.4.1 del proyecto sobre el aislamiento térmico, se utilizará lana de fibra de vidrio como material aislante. Ese material irá en el interior de los canales de la estructura de perfiles metálicos, entre la pared de acero Corten del contenedor, y el yeso del panel tal y como se puede observar en la siguiente imagen:



Il·lustració 64: Aislante en el interior de la estructura metálica para Pladur

La superficie total para el recubrimiento de las paredes interiores (sin tener en cuenta las dos ventanas y puerta de acceso) del contenedor será de:

$$Sup. lateral = 5,9 \cdot 2,4 = 14,16 m^2$$

$$Sup. frontal = 2,4 \cdot 2,35 = 5,64 m^2$$

$$Sup. total = 14,16 \cdot 2 + 5,64 \cdot 2 = 39,6 m^2$$

El total a recubrir con paneles de cartón-yeso será de 39,6 metros cuadrados. El coste es de 49,85 € el metro cuadrado, ya instalado, (banco de precios de la base de datos ITEC).

### 6.2.3. REVESTIMIENTO INTERIOR DEL TECHO

Para el revestimiento del techo interior del bloque sanitario, se montará un falso techo de Pladur. Para ello se debe instalar un sistema de perfiles y varillas en el techo, los cuales sujetarán los paneles. Los paneles de cartón-yeso irán atornillados a los perfiles y recubiertos con masilla. La distancia entre el panel de Pladur y el techo del contenedor será de 20 cm, y este espacio crea un falso techo por el cuál pasarán los tubos de las instalaciones eléctrica y de fontanería del bloque. También en ese hueco del falso techo se albergará el cuerpo de los 6 plafones de las luminarias Led.

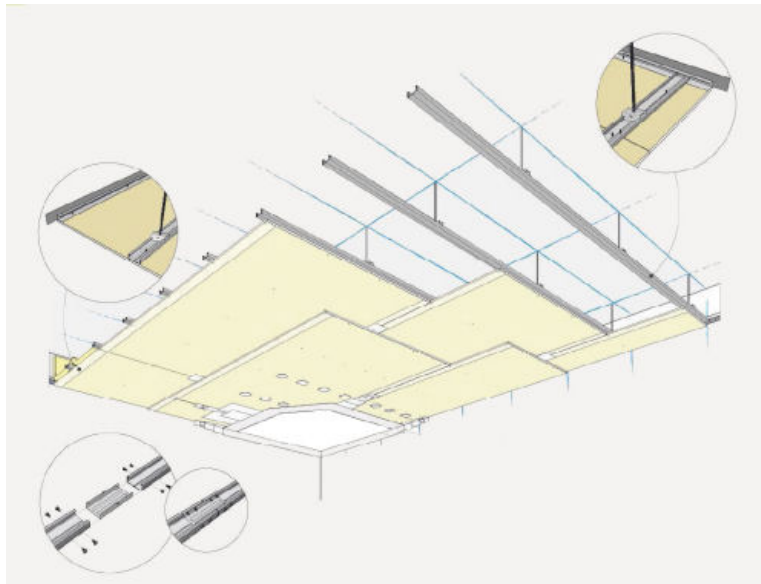


Ilustración 65: Colocación de paneles de Pladur para el techo

El coste de el falso techo ya instalado es el mismo que para las paredes laterales, 49,85 € el metro cuadrado. Se debe tener en cuenta que el techo del módulo tiene una superficie de:

$$Sup. techo = 5,9 \cdot 2,35 = 13,86 m^2$$

#### 6.2.4. PINTURA INTERIOR

Las paredes de Pladur se pintarán con una pintura plástica lavable mate con alta resistencia. Ideal para centros sanitarios, donde se pueden producir manchas en las paredes, que se deben poder limpiar fácilmente.



Ilustración 66: Pintura plástica mate para interiores

#### 6.2.5. PINTURA Y RECUBRIMIENTO EXTERIOR

El bloque debe estar preparado para ser instalado en cualquier lugar del mundo. Por lo tanto estará expuesto a múltiples condiciones meteorológicas adversas que debe ser capaz de resistir.

Para proteger las superficies de acero Corten del exterior del contenedor se utilizará una capa de pintura cerámica aislante de color blanco. Este color, permite que los rayos del sol reboten y no penetren en el interior, reduciendo así el calentamiento del interior en verano, y consiguiendo un aislamiento térmico idóneo en los meses de calor.

Se utilizará esmalte antioxidante multi-adherente de color blanco con acabado brillante del fabricante TITÁN. Su composición con base acuosa permite un secado rápido y aplicación directa. Permite una resistencia a la intemperie de más de 15 años.



*Ilustración 67: Pintura protectora para exterior*

Además, en la parte superior exterior del contenedor, tal y como se comenta en el apartado 6.4.1 del proyecto, llevará imprimada una capa de poliuretano impermeable, para sellar y evitar filtraciones por los cortes del techo, por donde pasarán los tubos de cableado eléctrico y agua hacia el interior del contenedor.



*Ilustración 68: Impermeabilización con poliuretano mediante pistola a presión*

### 6.3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Se plantea colocar un depósito de agua en el techo, de esta forma se evita tener que instalar una bomba y se puede ahorrar en coste de instalación y mantenimiento.



El depósito a instalar, en el techo del contenedor, debe tener una capacidad de como mínimo 500 litros. El material será de Polietileno, y estará destinado a agua potable.

El **depósito seleccionado** es del fabricante IBC, de polietileno de alta densidad, de dimensiones 106 x 66 x 100,4 cm. Con un peso en vacío de 21 kg (lleno de 521 kg). Tiene una válvula de salida de 2 pulgadas fabricada en polietileno de alta densidad. Viene sobre un pallet también de polietileno, y reforzado con tubos de acero galvanizado en caliente.



*Ilustración 69: Depósito de agua 500 litros de IBC*

Se instalará de un equipo de depuración-potabilización de agua a la salida del depósito mediante el método de Osmosis Inversa. El equipo seleccionado es el siguiente:

**Potabilizadora agua ATH – Circle Equipo Osmosis Inversa P-160L.** Esta potabilizadora/depuradora de agua de alta eficiencia, permite potabilizar el agua del depósito del módulo para que sea apta para el consumo humano sanitario.

Tiene unas dimensiones de 41,7 x 23,4 x 34,8 cm. El sistema irá instalado al justo a la salida del depósito, en la cubierta del módulo, por lo que no será necesario que lleve bomba equipada, ya que la presión de agua será correcta debido a la energía potencial ejercida por la altura desde la cubierta del módulo hasta el grifo. Por lo tanto, no será necesaria conexión eléctrica.



*Il·lustració 70: Equipo Osmosis Inversa para potabilizar agua*

Se utilizará una tubería de aluminio, con recubrimiento de plástico. De esta forma se le permite poder dar curvaturas a la tubería para adaptarse al espacio y a las instalaciones. La tubería bajará desde el depósito hasta el lavamanos situado en el mueble, pasando por la potabilizadora. Serán 5 metros de tubería con diámetro interior de 20 mm. Las uniones de las tuberías se realizarán mediante codos, y la instalación tendrá dos válvulas de paso. Una llave a la salida del depósito y otra a la entrada del lavamanos.

La tubería seleccionada es de polietileno de 20 mm de diámetro, específico para agua potable de consumo humano, tiene un coste de 0,52 € el metro en el distribuidor Bricodepot.es.



*Il·lustració 71: Tubo de polietileno de 20 mm*

Los accesorios también serán de polietileno de 20 mm de diámetro, específicos para el consumo humano.



Il·lustració 72: Codo y llave de paso

Para calcular si la presión será suficiente, se calcula mediante la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{\rho \cdot g \cdot v_1^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_1 + P_1 = \frac{\rho \cdot g \cdot v_2^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

Teniendo en cuenta que la presión 1 se corresponde a la presión atmosférica, que la velocidad 1 es 0, ya que dentro del depósito no hay velocidad. También se conoce que la altura 2, se considera 0. La altura 1 son 3 metros, ya que es la distancia vertical entre el lavamanos y la altura del depósito.

Se puede simplificar la ecuación, que quedaría así:

$$P_2 + P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 - \frac{\rho \cdot g \cdot v_2^2}{2}$$

Se sustituyen los valores conocidos en la ecuación:

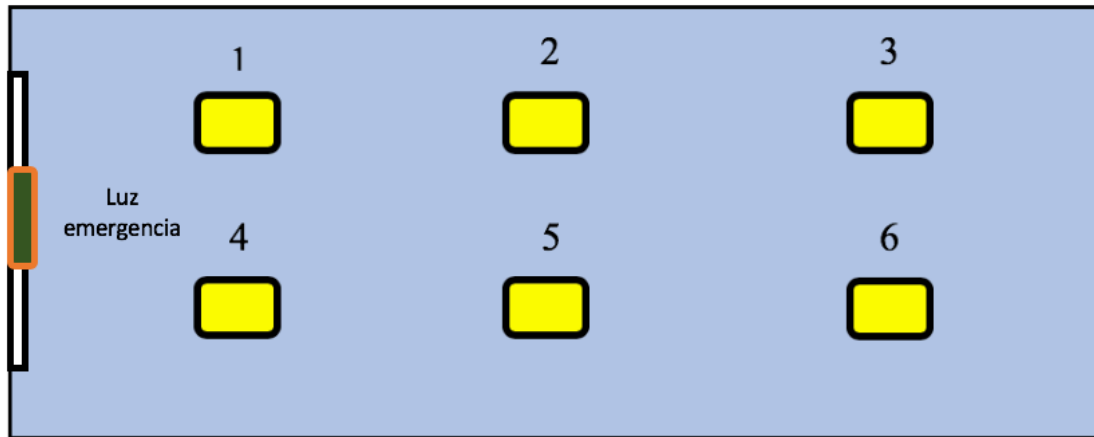
- $P_1 = P_{atm} = 101,325 \text{ Pa}$
- $v_2 = 2 \text{ m/s}$
- $h_1 = 3 \text{ m}$
- $\rho_{agua} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Se obtiene una  $P_2 = 9678,7 \text{ Pa}$ .

Es una presión baja, pero más que suficiente para el uso que se le dará al sistema, que será básicamente como lavamanos, o para lavar pequeños utensilios y material. Por este motivo no se instala una bomba para aumentar la presión. Si se instalara una bomba, aumentaría el gasto energético, coste del bloque, coste y trabajo de mantenimiento y peso del módulo. Por esos motivos, y dada la usabilidad que tendrá la fuente de agua, no se cree conveniente instalar bomba.

#### 6.4. ILUMINACIÓN DEL MÓDULO

Se instalarán 6 plafones LED y una luz de emergencia justo encima de la puerta de acceso en el interior del módulo. Los plafones LED estarán distribuidos en 3 filas de 3 de la siguiente manera:



*Ilustración 73: Situación de luminarias en el módulo*

Se instalará un interruptor doble, de manera que al pulsar uno, se encenderán las luminarias 1, 5 y 3. Al pulsar el otro interruptor, se encenderán las luminarias 4, 2 y 6. Y al pulsar los dos interruptores, se encenderán todas las luces. De esta forma se puede regular, según las necesidades lumínicas en función de la luz exterior que entre o de las necesidades que se tengan.

La luz de emergencia, no es obligatorio instalarla, pero es un elemento importante para garantizar la seguridad de los usuarios. Por ese motivo se plantea su instalación en el módulo.

Los plafones LED seleccionados son los siguientes:

- **Plafón LED cuadrado 30 W:**
  - Potencia: 30 W.
  - Flujo lumínico: 3300 LM
  - Ángulo de apertura 120°.
  - Protección IP20.
  - Vida útil: 20 000 horas.
  - Dimensiones: 28x400x400 mm.



*Il·lustració 74: Plafón Led 30 W*

La luz de emergencia seleccionada es la siguiente:

- **Luz de emergencia 20 W Normalux Dunna D-200 L:**
  - Flujo lumínico: 200 lm
  - Autonomía propia de 1 hora.
  - Protección IP-65.
  - Protección frente a impactos IK-07.
  - Batería Ni-Cd 3,6 V/750 mAh.
  - Dimensiones 322x120x52 mm.
  - Fabricado según la UNE 60598-2-22



*Il·lustració 75: Luz de emergencia con batería*

## 6.5. PREVISIÓN DE POTENCIAS ELÉCTRICAS

Teniendo en cuenta, que del equipamiento del módulo de atención primaria y primeros auxilios, el del siguiente listado, conllevará un consumo eléctrico:

- Nevera
- Ordenador
- Impresora
- Aire acondicionado (frío/calor)

- Depuradora/potabilizadora agua
- Desfibrilador
- Monitor de constantes
- Respirador asistido
- Báscula y tallímetro
- Lámpara médica con lupa
- Electrocardiógrafo
- Negatoscopio
- Esfigmomanómetro
- Iluminación módulo
- Luces de emergencia
- Tomas de corriente varias

A continuación, adjuntamos una tabla con las potencias de los elementos de la instalación:

ELEMENTO	POTENCIA (kW)	UNIDADES	COEF. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
Nevera	0,1	1	1,00	0,1
Ordenador	0,105	1	1,00	0,105
Impresora	0,25	1	0,50	0,25
Aire acondicionado	0,83	1	1,00	0,83
Desfibrilador	0,35	1	1,00	0,35
Monitor de constantes	0,09	1	1,00	0,09
Respirador asistido	0,135	1	1,00	0,135
Ecógrafo	0,215	1	0,50	0,215
Lámpara médica-lupa	0,09	1	0,50	0,09
Electrocardiógrafo	0,06	1	0,50	0,06
Negatoscopio	0,08	1	0,50	0,08
Luminarias LED	0,03	6	1,00	0,18
Luces emergencia	0,02	1	1,00	0,02
Tomas de corriente	3,68	1	0,5	3,68

Tabla 13: Potencias máximas consumidas del equipamiento

Se aplica un coeficiente de simultaneidad de 1,00 en todos los elementos que tienen que estar en funcionamiento en todo momento o que deban poder estarlo si es necesario.

Se aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,5 en aquellos elementos que difícilmente estén en funcionamiento todo el tiempo y a la vez entre ellos. Como por ejemplo la impresora, la báscula, la lámpara médica, el electrocardiógrafo o las tomas de corriente (es muy poco probable que todas las tomas tengan carga máxima en un momento determinado).

Las tomas de corriente van todas en un circuito, con un PIA de 16 A, por lo tanto, la potencia total máxima del circuito de todas las tomas de corriente es de:

$$P = V \cdot I \cdot FP = 230 \cdot 16 \cdot 1 = 3680 \text{ W}$$

\*Suponiendo un factor de potencia perfecto (sin reactiva)

Por lo tanto la potencia total del bloque es de 3,9975 kW, que redondearemos a 4 kW.

Teniendo en cuenta que la alimentación del módulo es a 230 V y 50 Hz, y aplicando un factor de potencia medio de 0,85, la corriente total consumida es de:

$$P = V \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)} = \frac{4000}{230 \cdot 0,85} = 2,05 \text{ A}$$

## 6.6. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El módulo de atención primaria y primeros auxilios objeto de este trabajo, está pensado para que sea totalmente sostenible a nivel energético. Para ello, se equipará con una instalación de paneles fotovoltaicos con acumuladores, sin inyección a red, que tienen que dar suficiente energía como para satisfacer la demanda.



*Ilustración 76: Ejemplo de contenedor con paneles solares*

Igualmente, el módulo tendrá también sistema para conexión a la red de distribución eléctrica o a un generador auxiliar. Este sistema se utilizará cuando la energía acumulada en las baterías del sistema fotovoltaico no sea suficiente para



abastecer la demanda energética del módulo. Esta situación se puede dar, o bien por avería de la instalación fotovoltaica, o porque por la situación geográfica del módulo, la energía solar no sea suficiente.

#### 6.6.1. DEMANDA ENERGÉTICA DIARIA

Para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, lo primero que se debe tener en cuenta es el consumo energético, es decir, cuanta energía eléctrica se consumirá. Este dato lo obtenemos realizando el sumatorio de las potencias consumidas de cada uno de los equipos eléctricos del módulo y multiplicándolo por las horas al día que se utilizan cada uno.

Esta estimación de la energía total es un dato muy variable y que dependerá siempre de muchos factores. Por ese motivo, en función del lugar de aplicación, uso que se le dé y otros factores, se podrían plantear diferentes dimensionamientos del sistema fotovoltaico. Debido a esto, en el presente estudio, se va a plantear un sistema sobredimensionado, que tenga capacidad para un amplio abanico de situaciones y usos, de esta forma será un sistema muy flexible.

Para realizar los cálculos de la energía total diaria que necesitará el módulo, se va a realizar una previsión muy generosa de horas, de esta manera se sobredimensiona la instalación, para tener mayor capacidad de abastecimiento energético, mucha flexibilidad de utilización y un margen de seguridad. Por ejemplo, se supone que el módulo de atención primaria y primeros auxilios tendrá que funcionar durante 16 horas seguidas al día, por lo tanto, el sistema fotovoltaico tiene que tener capacidad para abastecer energéticamente al módulo durante 2/3 del día.

Se tiene en cuenta que equipamiento como la nevera, la luz de emergencia estarán permanentemente en funcionamiento, aunque el frigorífico se estima que está trabajando unas 12 horas al día.

El aire acondicionado se le supone un uso a plena potencia de unas 4 horas al día, pero es un dato muy sobredimensionado y sería en el peor de los casos posibles. Ya que los actuales equipos de calefacción y refrigeración llevan un sistema de control de lazo cerrado en el cuál mediante un termostato regulan su funcionamiento para mantener la temperatura de consigna. Con lo cual, el sistema funciona unos minutos hasta llegar a la temperatura consignada, momento en el que se apaga un tiempo, hasta que la temperatura vuelva a desviarse de la de consigna y el aire acondicionado vuelve a arrancar.

Otros equipos como la impresora, ecógrafo, negatoscopio o desfibrilador, entre otros, tienen un uso muy variable y difícil de calcular, ya que depende de muchos factores. Estos equipos, se utilizan en situaciones determinadas, durante unos pocos minutos al día, pero siempre dependiendo del paciente, del tipo de uso que se le dé al módulo, de su situación y de otras muchas variables.

El respirador asistido o el monitor de constantes, son equipamientos que rara vez serán utilizados en un centro de atención primaria o de primeros auxilios, pero en caso de tener que ser utilizados el tiempo de uso será prolongado a lo largo de varias horas, por eso se han estimado tiempos más amplios.

En cuanto a las tomas de corriente, se estima que se utilicen al 100 % de su capacidad (carga máxima de 3,68 kW) durante media hora al día (cosa que es bastante improbable, ya que hay pocos elementos de uso doméstico que consuman una potencia sumada de 3,68 kW), y ya están casi todos los elementos conectables a la red eléctrica contemplados en el listado de equipamiento. Por lo que estas tomas eléctricas solo se utilizarán en caso de necesidad de conectar esporádicamente algún equipamiento y elementos diferentes a los contemplado en la tabla.

APARATO	POTENCIA (kW)	UNIDADES	HORAS	ENERGÍA TOTAL (kWh)
Nevera	0,1	1	12	1,2
Ordenador	0,105	1	8	0,84
Impresora	0,25	1	0,5	0,125
Aire acondicionado	0,83	1	4	3,32
Desfibrilador	0,35	1	1	0,35
Monitor de constantes	0,09	1	4	0,36
Respirador	0,135	1	4	0,54
Ecógrafo	0,215	1	1	0,215
Lámpara médica-lupa	0,09	1	1	0,09
Electrocardiógrafo	0,06	1	1	0,06
Negatoscopio	0,08	1	1	0,08
Luminarias LED	0,03	6	8	1,44
Luces emergencia	0,02	1	24	0,48
Tomas de corriente	3,68	1	0,25	0,92
<b>ENERGÍA TOTAL (KWH)</b>				<b>10,02</b>

Tabla 14: Energía eléctrica consumida diaria

Se obtiene un consumo total de 10,02 kWh al día.

- PERFORMANCE RATIO (rendimiento instalación):

Para el cálculo del rendimiento se utilizan los siguientes parámetros:

Coeficiente pérdidas en batería	5 %
Coeficiente auto-descarga batería	0,5 %
Profundidad de descarga batería	60 %
Coeficiente pérdidas convertidor	4 %

Coeficiente pérdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	2 días
<b>Rendimiento general</b>	<b>84,57 %</b>

Tabla 15: Coeficientes para el cálculo del rendimiento de la instalación

Se aplica un coeficiente de rendimiento general de la instalación del 83,85 %, para el cálculo de la energía necesaria para abastecer la demanda:

$$Total\ energía\ necesaria = \frac{10,02}{0,8457} = 11,848\ kWh/día$$

Obtenemos un total de 11,85 kWh de energía necesaria cada día.

### 6.6.2. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía en forma de conjunto de radiaciones electromagnéticas que emite el sol y se reciben sobre una superficie y tiempo determinados. Esta radiación solar es diferente en función de la ubicación y la época del año.



Ilustración 77: Tipos de radiación solar

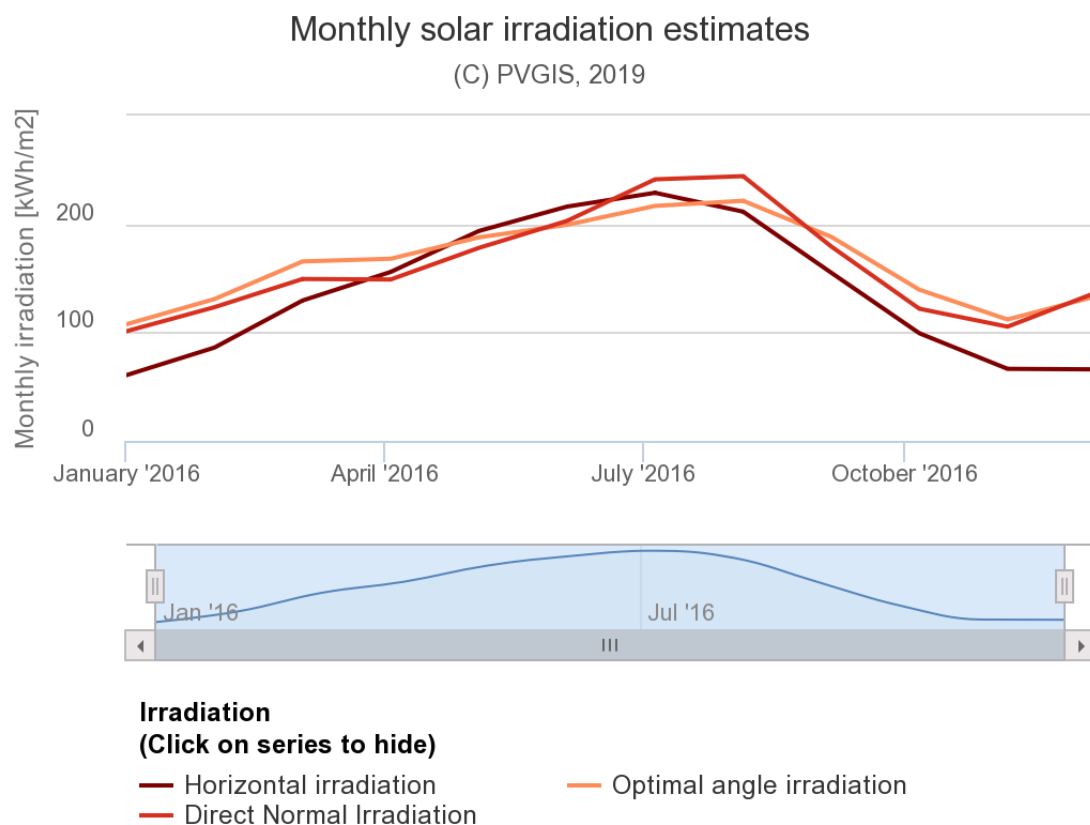
Para obtener la radiación solar incidente por meses en una ubicación determinada existen muchas aplicaciones donde consultarla. Estas fuentes de datos se basan en los datos de insolación tomados en miles de estaciones meteorológicas del mundo a lo largo de los años. Con estos datos, se pueden hacer estimaciones muy precisas de la radiación solar incidente en una ubicación determinada.

El módulo de atención primaria y primeros auxilios está preparado para poder ubicarse en cualquier lugar del mundo, por lo tanto, hay ciertos parámetros de configuración de la instalación fotovoltaica que variarán. Estas variaciones en función de la ubicación son causadas por los movimientos de rotación y traslación del planeta Tierra, ya que en función de la hora, la ubicación y la estación del año, la distancia e inclinación respecto al sol varían.

Las dos parámetros variables de la instalación solar más importantes son la orientación e inclinación de los paneles. En función de la ubicación del módulo, se deben orientar e inclinar los paneles de forma óptima para que obtengan la mayor energía solar posible en las horas pico solar, que son las horas de mayor incidencia de radiación.

Para obtener los datos, consultamos en la fuente de datos *PGVIS (Photovoltaic Geographical Information System – European Commission, Joint Research Center)*, que se pueden obtener mediante la plataforma online.

Para ello el primer paso es determinar una ubicación concreta para la ubicación del módulo, para así poder dimensionar la instalación fotovoltaica. Esta ubicación será en la ciudad de Terrassa, concretamente en las coordenadas correspondientes a la ubicación de los edificios de la “Escola Superior d’Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa” 41,562875, 2,023035.



*Il·lustració 78: Radiació solar estimada any 2016 en la ubicació*

## - INCLINACIÓ Y ORIENTACIÓ

La herramienta de cálculo y fuente de datos *calculationsolar.com*, genera un informe, en el cuál calcula, en función de las radiaciones solares de cada día del año, y el ángulo de incidencia de los rayos del sol, la inclinación óptima como la media ponderada de las inclinaciones óptimas diarias en función de las necesidades energéticas. Se adjunta el informe obtenido en el ANEXO 1 del presente proyecto.

Por lo tanto, para esta ubicación, la inclinación óptima deberá ser de 41,14 grados. Y la orientación de los paneles deberá ser exactamente hacia el Sur.

## - HORAS SOLAR PICO

Para el cálculo de las horas solar pico se utiliza la base de datos NREL-NASA, teniendo en cuenta la ubicación, una inclinación de 41 grados y una orientación hacia el Sur. Obtenemos los datos siguientes:

MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HSP/día	3,89	4,94	5,67	6,06	6,17	6,51	6,84	6,36	5,7	4,64	3,79	3,45
Consumo/HSP día	3,05	2,40	2,09	1,96	1,92	1,82	1,73	1,86	2,08	2,56	3,13	3,43

Tabla 16: Horas sola pico por meses

Como se puede ver en la tabla, el mes más desfavorable es el mes de Diciembre. En ese mes, solo se dispondrá de 3,45 horas solar pico en la ubicación de la instalación.

### 6.6.3. SELECCIÓN PANELES SOLARES

Para la selección de los paneles solares, se debe tener en cuenta el mes más desfavorable, que es diciembre. En ese mes, tenemos 3,45 horas solar pico. Sabiendo que la energía necesaria cada día es de 11,84 kWh, podemos calcular la potencia pico de los módulos, dividiendo la energía diaria necesaria entre las HSP/día:

$$P_{pico \text{ módulos}} = \frac{11,848}{3,45} = 3,833 \text{ kWp}$$

Obtenemos la potencia pico que deben suministrar los módulos, que es de 3833 Wp. Con estos datos, seleccionamos el módulo:

- **EXIOM EC315M6-60:**
  - Tensión a circuito abierto Voc = 40,7 V
  - Corriente de cortocircuito Isc = 10,04 A
  - Potencia real máxima = 315 Wp
  - Voltaje a potencia máxima Vmp = 31,2 V
  - Corriente a potencia máxima Imp = 7,56 A



*Il·lustració 79: Panel solar seleccionado*

Para ese módulo, ahora hay que determinar su disposición. Para ello primero de todo se calcula cuantos módulos serán necesarios. Sabiendo que la potencia pico que tiene que abastecer la instalación es 3833 Wp, y que cada módulo puede suministrar 235,05 Wp:

$$\text{Número de módulos} = \frac{3833}{235,05} = 16,31 \text{ módulos}$$

Seleccionaremos 16 módulos.

Una vez se conoce que serán necesarios 16 módulos, se debe calcular su disposición en serie y en paralelo. Para ello, se plantean las siguientes opciones:

Nº paneles serie	Nº paneles paralelo	Vp máx	Ip máx
16	1	488,4 V	10,04 A
8	2	244,2 V	20,08 A
4	4	122,1 V	40,16 A

*Tabla 17: Posibles configuraciones módulos*

Sabiendo que:

- $V_p \text{ máx} = \text{Nº paneles serie} \cdot V_{oc}$
- $I_p \text{ máx} = \text{Nº paneles paralelo} \cdot I_{sc}$

Para seleccionar la configuración, se debe tener en cuenta que:

$$V_p \text{ máx} < 1000 \text{ V}$$

También se debe tener en cuenta que la  $I_p \text{ máx}$  no sea demasiado alta para que la pueda admitir el inversor.

Por lo tanto, todos los sistemas propuestos cumplen, nos basamos en la configuración más óptima para la organización y colocación de los paneles y se elige la configuración:

Nº paneles serie	Nº paneles paralelo	Vp máx	Ip máx
6	2	244,2 V	20,08 A

Tabla 18: Configuración seleccionada para montaje

#### 6.6.4. SELECCIÓN REGULADOR DE CARGA

Actualmente en el mercado se dispone de diferentes tipos de reguladores de carga. Este elemento regula la carga proveniente de los paneles solares para que la carga de las baterías se lleve a cabo de la forma más óptima posible y protegiendo al sistema de acumulación de posibles sobrecargas. Los reguladores de carga se determinan en función de la intensidad máxima de trabajo y en función de la tensión en la que hayamos diseñado nuestra instalación.

Para la configuración propuesta en el apartado 6.2.3, se deberá tener en cuenta para la selección de un regulador de carga:

- Tensión = 48 V
- Corriente de cortocircuito del módulo = 10,04 A
- Intensidad total sistema abierto = 10,04 A · 6 paneles en serie = 60,24 A
- Tensión módulos a circuito abierto = 40,7 V

El regulador seleccionado es el siguiente:

- **LEONICS SCP-48240 PWM:**
  - Tensión = 48 V
  - Potencia nominal = 13200 Wp
  - Capacidad de carga = 240 A
  - Nº reguladores = 1



Ilustración 80: Regulador Leonics SCP-48240



#### 6.6.5. SELECCIÓN ACUMULADOR

Las baterías o también llamados acumuladores, permiten almacenar energía eléctrica para poder suministrarla independientemente de la producción eléctrica instantánea, como por ejemplo durante la noche, o en días nublados. Las baterías suelen estar compuestas de dos electrodos sumergidos en un electrolito donde se producen reacciones químicas debidas a su carga y su descarga.

Para la selección del acumulador para esta instalación, se ha tenido en cuenta la energía necesaria, la tensión del sistema, la profundidad de descarga y la autonomía que se requiere en días:

- Energía necesaria: la energía real diaria calculada en el apartado 6.2.1 es de 11,848 kWh/día.
- La tensión nominal de las baterías debe ser de 48 V.
- La profundidad de descarga elegida es del 60 %.
- La autonomía que se necesita para el sistema debe ser de 2 días.
- La capacidad útil de las baterías se obtiene dividiendo la energía necesaria durante 2 días, entre la tensión nominal:

$$Capacidad\ útil = \frac{11,848 \cdot 10^3 \cdot 2}{48} = 494\ Ah$$

Ahora hay que dividir la capacidad útil de las baterías calculada entre la profundidad de descarga del 60 %, y se obtiene la capacidad real de las baterías calculada:

$$Capacidad\ real = \frac{1736}{0,6} = 823\ Ah$$

Con los datos obtenidos, se selecciona la siguiente batería, con la que se tendría una capacidad de almacenamiento suficiente para suministrar al módulo la energía suficiente para el consumo durante 2 días, sin generar energía. La batería seleccionada es:

- **ECOSAFE TYS-9 TUBULAR-PLATE C40:**
  - Capacidad nominal acumulador: 1342 Ah
  - Tensión nominal acumulador = 48 V



*Il·lustració 81: Acumulador seleccionado*

Esta batería seleccionada es un 61,3 % de mayor capacidad que la requerida. Se selecciona así debido a que en el proveedor donde se consulta, la diferencia de precio entre este modelo y uno de menor capacidad es bastante bajo, y la diferencia económica tan pequeña compensa. Con esta batería, no solo se tendría capacidad para suministrar energía durante 2 días, sino que se conseguiría tener una autonomía real de 3,26 días.

La batería irá situada en el techo del módulo, en la base de la estructura que sostiene los paneles. Irán protegidas en un armario específico, que viene incluido con las baterías. Este armario o también llamado caja, puede ser de varios materiales, pero el más común es de madera contrachapada con recubrimiento epóxico y suelo interior con alfombra de goma y PVC.



*Il·lustració 82: Caja para baterías*

#### 6.6.6. SELECCIÓN INVERSOR

El inversor es el elemento de la instalación que se encarga de transformar la corriente continua (DC) que proviene de los paneles, en corriente alterna (AC), que es la necesaria en la red eléctrica para el funcionamiento de los equipos.

Para la selección de un inversor adecuado para la instalación, se debe tener en cuenta la potencia total de los elementos multiplicada por el factor de simultaneidad aplicado, calculado en el apartado 6.1 de este proyecto, es 4 kW.

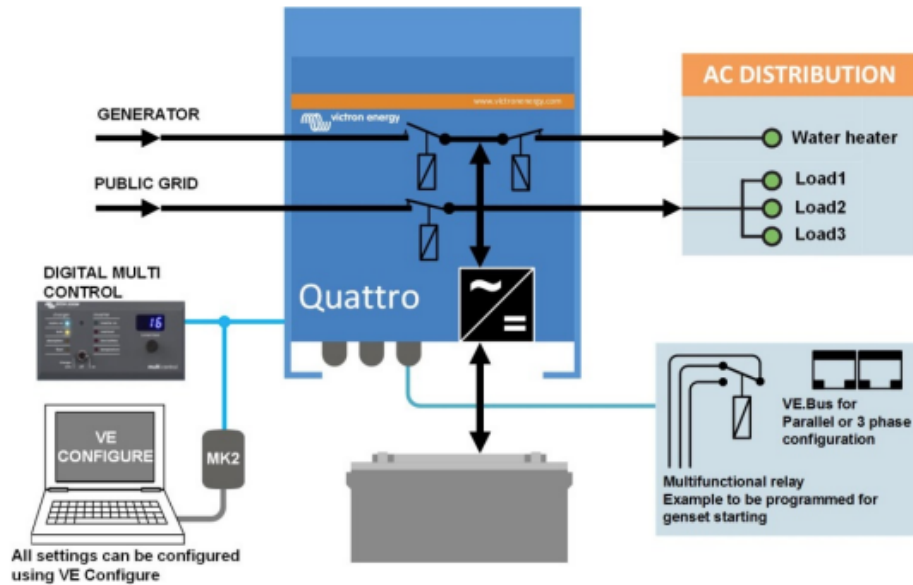
A esta potencia, se le aplica un factor de seguridad de 0,8 para el dimensionamiento del inversor, y obtenemos una potencia mínima necesaria de 5000 W. Con estos datos, el inversor seleccionado para la instalación es:

- **VICTRON QUATTRO 48/8000/110-100/100:**
  - Potencia continua = 7000 W
  - Tensión nominal = 48 V
  - Tensión salida = 230 V
  - Frecuencia salida = 50 Hz
  - Eficiencia = 96 %



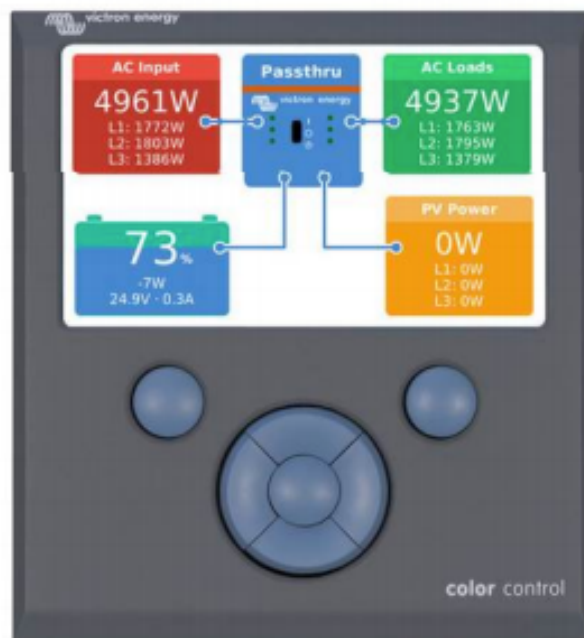
*Ilustración 83: Inversor seleccionado*

Este avanzado inversor seleccionado tiene dos entradas con conmutador de transferencia integrado. Esto permite estar conectado a dos fuentes independientes y conectarse automáticamente a la que sea una fuente de alimentación activa. De esta forma, puede estar conectado a las baterías y a la red eléctrica (mediante sistema CETAC) y consumir preferentemente de las baterías, pero cuando los acumuladores desciendan de un 10% de su capacidad, empezar a consumir energía de la red.



Il·lustració 84: Esquema funcionamiento del inversor

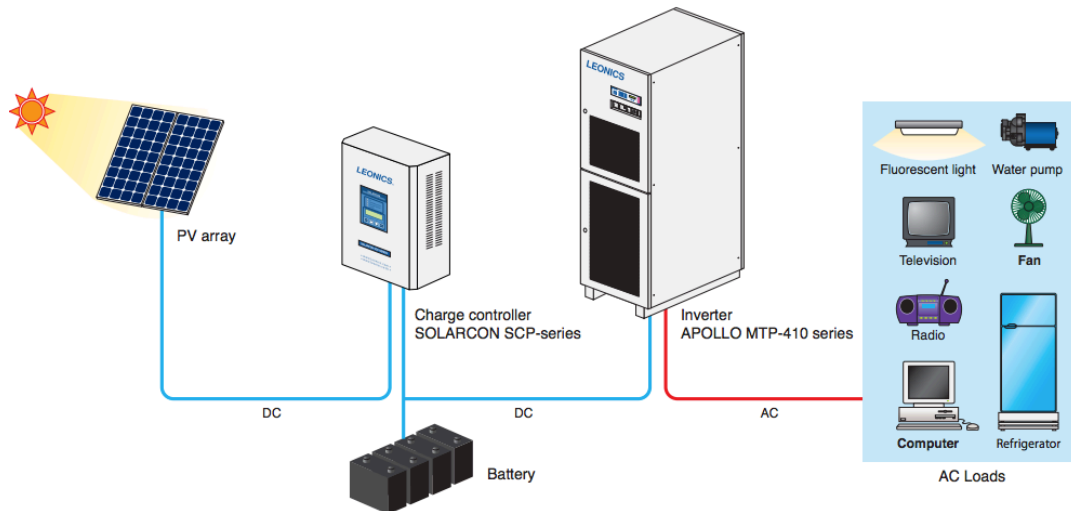
También tiene opción de control y seguimiento in situ conectando el inversor a un ordenador, Smartphone o Tablet mediante conexión USB, Bluetooth Smart. Gracias a esta conexión, se puede visualizar en tiempo real multitud de parámetros del sistema eléctrico, tales como el estado de carga de las baterías, la potencia consumida instantánea, si el sistema está consumiendo de las baterías o de la red entre otros.



Il·lustració 85: Funcionamiento APP de control del inversor

### 6.6.7. DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El esquema de disposición de los elementos de la instalación fotovoltaica es el siguiente:

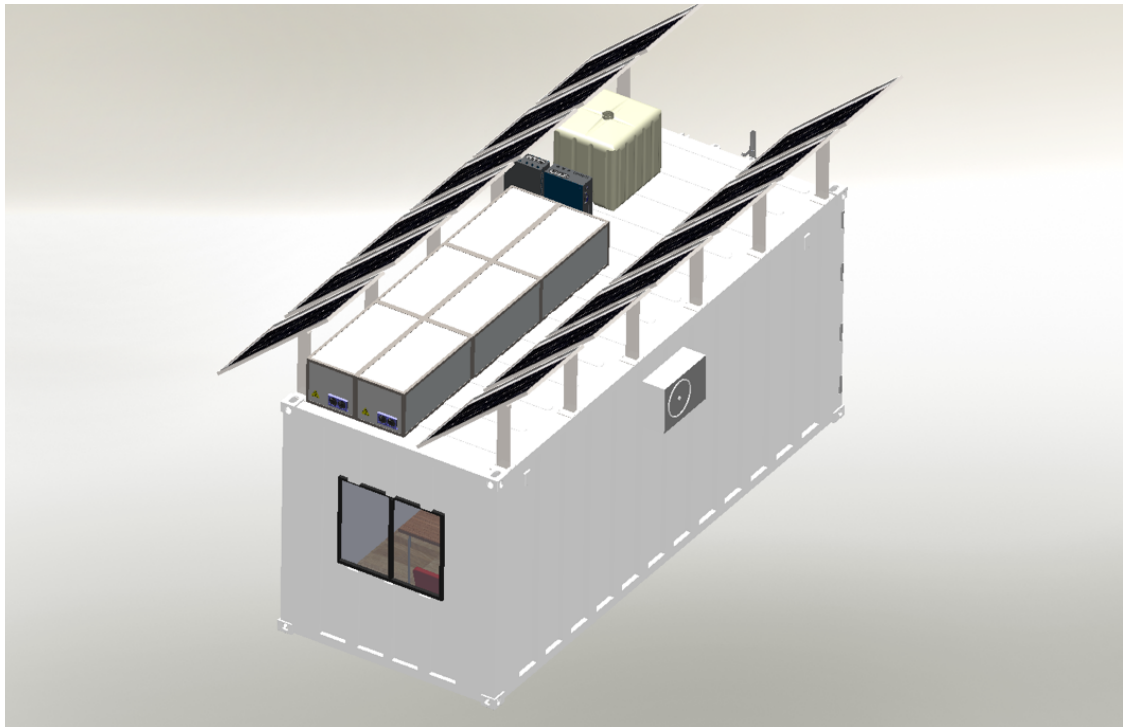


*Ilustración 86: Esquema funcionamiento de la instalación fotovoltaica*

La instalación solar-fotovoltaica está formada por 12 paneles fotovoltaicos, colocados en dos filas de 6 paneles cada una. Las dimensiones de cada panel son 1,65 metros de largo por 0,99 metros de ancho.

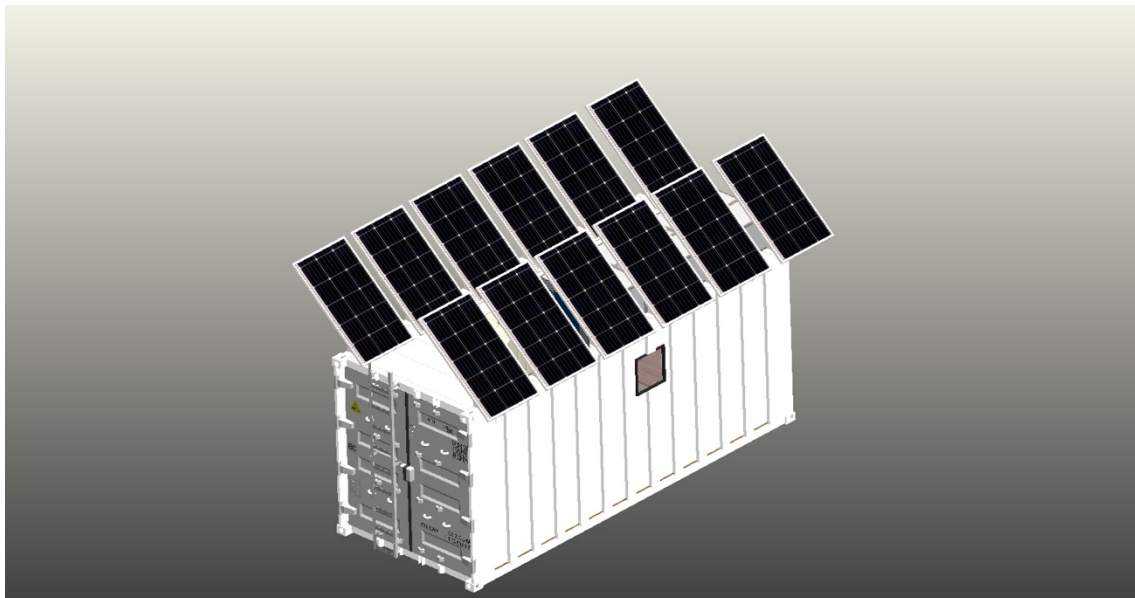
Teniendo en cuenta que el módulo contenedor seleccionado de 20 pies tiene unas dimensiones de 6,10 de largo x 2,45 de ancho, la distribución de los 12 paneles en la cubierta del contenedor es la siguiente:

En el siguiente *render* realizado en 3D del módulo, se puede observar la disposición de los cajones que albergan a las baterías en la cubierta del módulo. También se puede ver el inversor, y al fondo de color blanco el depósito de agua.



*Il·lustració 87: Render situació de les bateries*

A continuació, en el *render* se puede comprobar la disposició seleccionada per als 12 panells, el seu muntatge en la estructura mòbil de tipus columna. El rest del renders, les dimensions exactes i els plans amb les cotes corresponents se encontraran en el anexo corresponent a los plans del projecte.



*Il·lustració 88: Render amb la disposició dels panells*

### 6.6.8. CONDUCTORES SELECCIONADOS

El primer paso es calcular la sección de los conductores para la conexión de cada equipo. Los cables seleccionados serán de tipo PV ZZ-F, de cobre, fabricado especialmente para instalaciones fotovoltaicas, pues son cables unipolares con doble aislamiento y una gran resistencia a la intemperie, sin necesidad de ir recubiertos de ningún tipo de canalización de tubo corrugado.



Ilustración 89: Cable unipolar para instalaciones en corriente continua

Como la instalación solar es en continua, serán necesarios dos cables, uno para el polo positivo y otro para el negativo, y ambos del tipo PV ZZ-F mencionado.

A continuación se va a realizar el cálculo de sección mínima para los diferentes subsistemas de la instalación fotovoltaica:

- Cable de conexión de los paneles entre ellos:

$$secc = \frac{2 \cdot L \cdot I_{sc}}{56 \cdot (V_a - V_b)}$$

Siendo:

L = Longitud del cable. En el caso que nos ocupa serán 5 metros.

I<sub>sc</sub> = Intensidad del cable, se corresponde a la I<sub>sc</sub> del panel. En nuestro panel es 10,04 A.

56 = Viene relacionado con la resistividad del cobre que es  $1/56 \text{ W} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ .

(V<sub>a</sub>-V<sub>b</sub>) = Caída de tensión máxima admisible.\*\* En nuestro caso, como es un sistema a 48 V, si cogemos un 1 % de caída de tensión, será:

$$c. d. t = V_a - V_b = 0,01 \cdot 48 = 0,48 \text{ V}$$

\*\* Las caídas de tensión máxima, según el IDEA, y las recomendaciones son:

Subsistema	Caída de tensión máxima	Recomendada
Paneles – Regulador	3 %	1 %
Regulador - Baterías	1 %	0,5 %
Baterías - Inversor	1 %	1 %

Tabla 19: caídas de tensión sistema solar



Conociendo esto, se calcula la sección del cable Paneles – Regulador:

$$secc = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10,04}{56 \cdot 0,48} = 3,72 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, si se miran las secciones comerciales de cable de cobre, y se va a una sección inmediatamente superior, se selecciona una sección de  $4 \text{ mm}^2$ .

Ahora se comprueba la Intensidad máxima admisible que podrá aguantar el cable seleccionado, se mira en la tabla A de ITC-BT-19 según la UNE 20.460-5-523, y se ve que para este tipo de montaje, Tipo C, la intensidad máxima admisible es 31 A. Muy superior a los 10,04 A de la instalación. Por lo tanto, el cable de sección  $4 \text{ mm}^2$  es correcto.

- Cable desde paneles hasta el regulador de carga:

Ahora tenemos una distancia de 5 metros y se supone una caída de tensión del 2 %. Por lo tanto:

$$c.d.t = Va - Vb = 0,02 \cdot 48 = 0,96 \text{ V}$$

La intensidad que circulará por este cable como máximo será la de los 16 grupos de paneles de la instalación del módulo, cada String está formado por 8 paneles. Por lo tanto, la intensidad que circulará por este cable será:

$$I = 10,04 \cdot 8 = 80,32 \text{ A}$$

Se calcula la sección exactamente igual que en el subsistema anterior:

$$secc = \frac{2 \cdot 5 \cdot 80,32}{56 \cdot 0,96} = 13,76 \text{ mm}^2$$

Se consulta la tabla de secciones normalizadas, y se obtiene una sección de  $16 \text{ mm}^2$ .

Se comprueba la intensidad máxima admisible para un montaje tipo C. La máxima admisible son 70 A, por lo tanto no se cumple con la sección de  $16 \text{ mm}^2$ . Se selecciona la sección normalizada siguiente, que es  $25 \text{ mm}^2$ . Con esta sección se cumple sobradamente con el criterio de intensidad máxima admisible.

- Cable desde el regulador de carga hasta la batería:

En este caso se supone una distancia de 2 metros entre ambos elementos, y una caída de tensión de un 1 %.

$$c.d.t = Va - Vb = 0,01 \cdot 48 = 0,48 \text{ V}$$

La intensidad máxima que circulará será la corriente máxima de consumo. Para el caso de nuestra instalación será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3833}{48} = 79,85 \text{ A}$$

Se calcula la sección:

$$secc = \frac{2 \cdot 2 \cdot 79,85}{56 \cdot 0,48} = 11,88 \text{ mm}^2$$

Se consulta la tabla de secciones normalizadas, y se obtiene una sección de  $16 \text{ mm}^2$ .

Se comprueba la intensidad máxima admisible para un montaje tipo C. La máxima admisible son 70 A, por lo tanto no se cumple con la sección de  $16 \text{ mm}^2$ . Se mira la siguiente sección normalizada, que es de  $25 \text{ mm}^2$ . Con esta ya se cumple sobradamente con el criterio de la intensidad máxima admisible.

- Cable desde batería hasta inversor:

En este caso la distancia será de 1 metro, y la caída de tensión de un 1 % igual que en el caso anterior:

$$c.d.t = Va - Vb = 0,01 \cdot 48 = 0,48 \text{ V}$$

La intensidad que circulará por el cable será de como máximo 100 A, que según la ficha técnica del inversor, es la corriente máxima admitida, que regula automáticamente.

$$secc = \frac{2 \cdot 1 \cdot 100}{56 \cdot 0,48} = 7,44 \text{ mm}^2$$

Buscamos una sección normalizada que su intensidad máxima admisible sea superior a 100 A, y que sea mayor a  $7,44 \text{ mm}^2$ . El cable seleccionado es de sección  $35 \text{ mm}^2$ .

En resumen, las secciones seleccionadas para los subsistemas del sistema fotovoltaico, son:

Subsistema	Sección ( $\text{mm}^2$ )	Cable
Conexión entre paneles	4	PV ZZ-F cobre
Paneles – Regulador	25	PV ZZ-F cobre
Regulador - Baterías	25	PV ZZ-F cobre
Baterías - Inversor	35	PV ZZ-F cobre

Tabla 20: Secciones seleccionadas cableado sistema solar

### 6.6.9. ESTRUCTURA

Para la disposición de los paneles sobre la cubierta se utilizarán unos soportes giratorios. Estos soportes permitirán orientar los paneles en dirección Sur, para así poder ofrecer un rendimiento óptimo de la instalación.

Es importante utilizar este tipo de estructura giratoria, ya que el módulo de atención primaria y primeros auxilios debe poder ser utilizado en cualquier lugar, y está pensado para ser nómada e ir cambiando de ubicación. Por ese motivo, la orientación de los paneles hacia el sur, o la inclinación también variarán en función de la ubicación.



Il·lustració 90: Panel solar sobre el soporte giratorio

La estructura que se utilizará es el soporte del fabricante SOLARTEC Serie KS EP2. El material de la estructura es acero galvanizado.



Il·lustració 91: Soporte para estructura de los paneles seleccionada

#### 6.6.10. RESUMEN DATOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se debe tener en cuenta que esta instalación ha sido diseñada sobredimensionando el consumo energético, para así poder hacer frente con solvencia a un amplio número de situaciones de forma flexible.

También cabe destacar, que los paneles llevarán una estructura orientable, para poder girarla y situar los paneles en dirección Sur. Los grados de inclinación del panel también se podrán modular, en función del lugar de destino del bloque de atención primaria, para poder obtener el máximo rendimiento.

En la instalación diseñada, se produciría un total de 6423 kW al año y el consumo total según las estimaciones del apartado 6.2.1, sería de 4321 kW anuales.

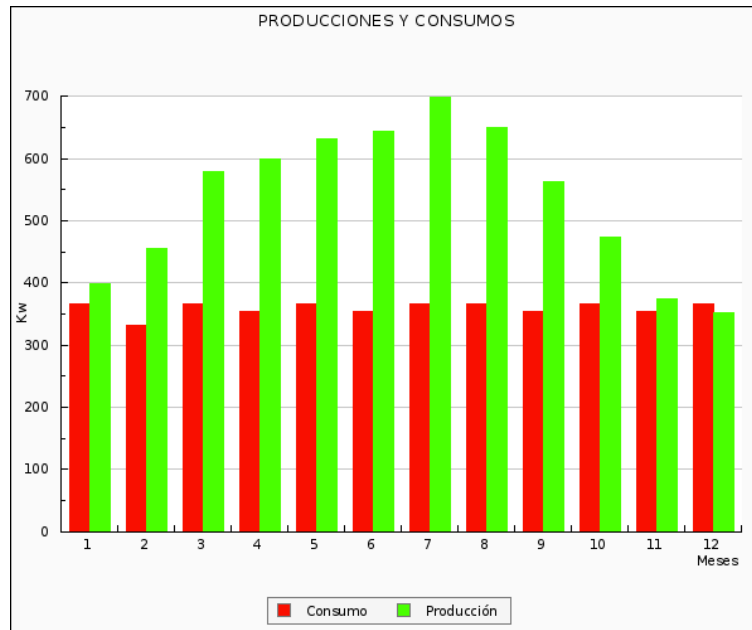


Tabla 21: Gráfica comparativa de producción - consumo de la instalación

La energía solar fotovoltaica, si bien aún tiene un coste de instalación bastante elevado, no deja lugar a dudas que es totalmente sostenible con el medio ambiente. Con esta instalación propuesta, según datos de la herramienta de cálculo **calculationsolar.com**, se ahorrarían un total de 3481 kg de CO2 emitidos en un año.

## 6.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

El sistema eléctrico del módulo de atención primaria y primeros auxilios se diseña y calcula rigiéndose con la normativa española, concretamente con el REBT.

La instalación eléctrica del módulo será dimensionada para las cargas estimadas previstas.

### 6.7.1. DESCRIPCIÓN

La alimentación del suministro eléctrico principalmente se prevé que provenga de las baterías, alimentadas por las placas fotovoltaicas.

El módulo también estará preparado para ser conectado a la red de distribución eléctrica o a un generador en caso de no disponer de energía suficiente en las baterías para abastecer el módulo. Para ello, se habilita un sistema CETAC, que permite conectar de forma muy segura el módulo a la red eléctrica o a un generador auxiliar.



Ilustración 92: Sistema CETAC

La energía eléctrica de la red, que entra a través del sistema CETAC, va a la entrada del inversor. El propio inversor, es capaz de regular la tensión y corriente de entrada, para que a su salida sea a 230 V y 50 Hz.

Para regular si la energía provendrá de las baterías o de la red eléctrica, lo hace el inversor inteligente instalado (ver punto 6.5.6). Cuando las baterías desciendan de un nivel determinado de carga (10%), el sistema automáticamente conmutará, y empezará a consumir energía de la red mientras las baterías se recargan.

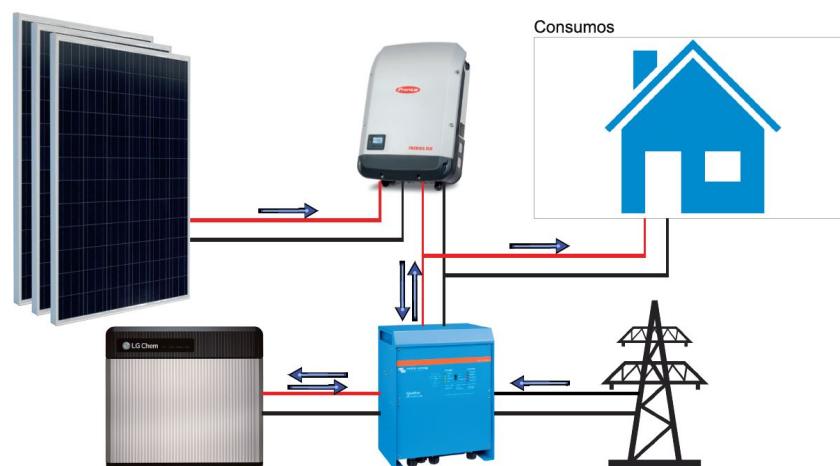


Ilustración 93: Esquema de funcionamiento instalación eléctrica del módulo

Tal y como podemos observar en el esquema, el inversor regula automáticamente si entrega energía de las baterías o energía de la red. Siempre priorizando la energía de las baterías, que es la que proviene de los paneles solares.

Desde el inversor, sale el conexionado hasta el cuadro principal de protecciones, situado en el interior del módulo, en la pared, al lado de la puerta de acceso.

### 6.7.2. DISPOSICIÓN DE CIRCUITOS

Desde el inversor, nos llegará un suministro de corriente alterna monofásica a 230 V y 50 Hz. El propio inversor, internamente tiene los elementos de protección a sobretensiones y protección térmica que protegen la instalación solar-fotovoltaica y todos sus elementos.

El suministro eléctrico que proporciona el inversor a 230 V y 50 Hz, va directamente al cuadro eléctrico. En este cuadro, el primer elemento de protección que encontramos es un ICP de 25 A. Después hayamos un interruptor diferencial de 25 A. A continuación, dispondremos de 4 circuitos, cada uno con su protección PIA (pequeños interruptores automáticos):

- Circuito 1: destinado al sistema de aire acondicionado. Tendrá una sección de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Con un PIA de 16 A.
- Circuito 2: destinado a las tomas de corriente del ordenador, nevera, negatoscopio e impresora. Tendrá una sección de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Con un PIA de 16 A.
- Circuito 3: destinado al resto de tomas de corriente del módulo. Tendrá una sección de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Con un PIA de 16 A.
- Circuito 4: destinado al alumbrado del módulo. Tendrá una sección de  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ . Con un PIA de 10 A.

### 6.7.3. CUADRO ELÉCTRICO Y PROTECCIONES

Se instalará un cuadro eléctrico general de protecciones que cumpla con la norma UNE EN 61 439. Tendrá un grado de protección frente al polvo y agua de IP40 y una protección contra impactos de IK06. Debe tener espacio para albergar un mínimo de 5 elementos. El material será de termoplástico de alta resistencia, y tendrá que albergar todas las protecciones. Irá situado encastado en el panel lateral, al lado de la puerta de entrada al módulo. El cuadro seleccionado es el siguiente:

- **Cuadro eléctrico 8 módulos Mini Pragma MIP20108 Schneider:**
  - o Cofret empotrable.
  - o Distribución de hasta 8 elementos.
  - o Medidas exteriores: 222 mm ancho x 252 mm alto x 17 mm prof.
  - o Grado de protección polvo y líquidos: IP40.
  - o Grado protección contra impactos: IK07.
  - o Fabricante: Schneider Electric



Ilustración 94: Cuadro eléctrico seleccionado

El cuadro eléctrico albergará las protecciones siguientes:

- **Magnetotérmico ICP 2 Polos x 25 A HAGER:**
  - Interruptor automático serie MP-N.
  - Poder de corte asignado: 6 kA.
  - Tensión asignada de empleo en alterna 230-400 V.
  - Construido según la norma UNE-EN 20317 y aprobado por el Ministerio de Industria.
  - Coste en el proveedor Electromaterial: 15,35 €.



*Ilustración 95: Magnetotérmico ICP de 25 A seleccionado*

- **Interruptor diferencial SCHNEIDER tipo AC de 2 polos, 25 A, 30 mA:**
  - Construido según la norma UNE-EN 61008-1:96.
  - Resistencia a cortocircuitos: 6 kA.
  - Tensión asignada de empleo en alterna: 230 V.
  - Gama Acti 9.

2 Polos x 25 A x 30 mA



*Ilustración 96: Diferencial seleccionado de 25 A y 30 mA*

- **PIA Automático SCHNEIDER 2 polos, 16 A, K60N:**
  - Curva de disparo de tipo C.
  - Unidades necesarias: 3
  - Fabricado bajo la norma UNE-EN 60.898.
  - Tensión asignada de empleo: 230 V.





Il·lustració 97: PIA automàtic seleccionado de 16 A

- **PIA automàtic SCHNEIDER 2 polos, 10 A, K60N:**
  - Curva de disparo de tipo C.
  - Unidades necesarias: 1
  - Fabricado bajo la norma UNE-EN 60.898.
  - Tensión asignada de empleo: 230 V.



Il·lustració 98: : PIA automàtic seleccionado de 10 A

#### 6.7.4. INTERRUPTORES Y ENCHUFES

Los interruptores que se utilizarán en la instalación para encender las 6 luminarias serán dobles. De esta forma, se pueden encender 3 de las luminarias, las otras 3, o las 6, conmutando los dos interruptores. Estarán situados a la entrada del módulo, en la pared lateral al lado de la puerta de acceso. Los interruptores seleccionados son:

- **Interruptor doble FONTINI BF-25 blanco:**
  - Interruptor doble de 65 x 65 mm de dimensiones.
  - Acabado de plástico de color blanco.
  - Fijación con tornillo.



*Il·lustració 99: Interruptor doble seleccionador*

Los enchufes que se utilizarán en el módulo de atención primaria y primeros auxilios deben tener 2 polos y conexión a tierra. Se instalarán 12 tomas de corriente, más que suficientes para la conexión eléctrica de todos los dispositivos médicos al mismo tiempo. Estas tomas de corriente son las correspondientes a los circuitos 2 y 3.

- **Enchufe LEGRAND Valena Next blanco 2P+T:**
  - Unidades necesarias: 12 tomas.
  - Acabado de plástico de color blanco.
  - Preparado para encastrar en la pared.
  - Fijación con tornillo.
  - Coste de la unidad en el distribuidor Leroy Merlin: 5,29 €.



*Il·lustració 100: Enchufe 2P+T seleccionado*

- **Clavija aérea tipo CETAC 2P+T:**
  - Permite la conexión del módulo a una fuente auxiliar o a la red.
  - Protección IP44.
  - Tensión admitida (entre 200 y 250 V) a 50 Hz.
  - Coste en el proveedor Portalelectricidad: 7,83 €.



Ilustración 101: Clavija aérea 2P+T

#### 6.7.5. CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

##### - LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN:

Siguiendo la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección mínima a instalar en el conductor de la acometida es de  $10 \text{ mm}^2$ . La longitud necesaria de conductor será estimada de 10 metros. Es estimada, ya que depende del lugar de instalación del módulo. Es la distancia desde el generador/acometida eléctrica, hasta la clavija aérea CETAC. Desde la clavija CETAC hasta el inversor y al cuadro general de protecciones, apenas hay 1 metro. Por lo tanto, el conductor necesario de  $10 \text{ mm}^2$  para la acometida es de 11 metros.

Este conductor irá dentro de una canalización de tubo corrugado específico de PVC, aislante, de diámetro 80 mm.

##### - LÍNEA CIRCUITOS 1, 2, 3:

Estos 3 circuitos tienen la misma sección de conductor,  $2,5 \text{ mm}^2$ . Las longitudes necesarias de conductor para estos circuitos es:

- Longitud circuito 1: 3,6 metros.
- Longitud circuito 2: 16,6 metros.
- Longitud circuito 3: 18,4 metros.

Este conductor de sección  $2,5 \text{ mm}^2$  irá en una canalización de tubo corrugado específico de PVC aislante, de diámetro  $20 \text{ mm}^2$ .

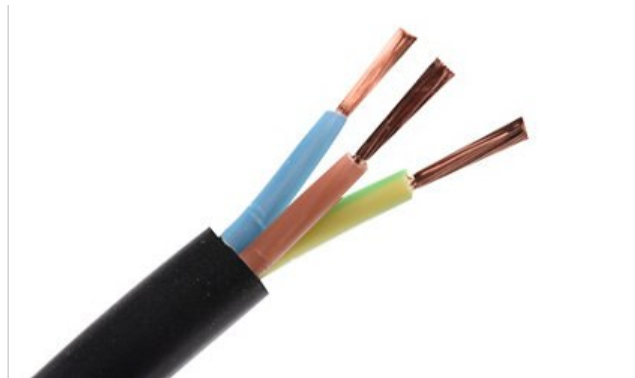
##### - LÍNEA CIRCUITO 4:

Se trata del circuito eléctrico correspondiente a la iluminación. La sección a instalar en este conductor es de  $1,5 \text{ mm}^2$ . La longitud necesaria para este circuito es de 18,50 metros.

El conductor irá dentro de una canalización de tubo corrugado específico de PVC, aislante, de diámetro  $16 \text{ mm}^2$ .

El conductor con toma tierra seleccionado para la instalación eléctrica del módulo es el siguiente:

- **Manguera de cable libre de halógenos varias secciones LEXMAN RVK:**
  - Disponible en las secciones  $10 \text{ mm}^2$ ,  $1,5 \text{ mm}^2$  y  $2,5 \text{ mm}^2$ .
  - Material conductor: cobre.
  - Tensión nominal: 0,6/1 kV.
  - Aislamiento: XLPE.
  - Temperatura de servicio:  $90^\circ\text{C}$ .
  - Normativa UNE 21123-4 aplicada.



*Ilustración 102: Manguera de cable Lexman RVK seleccionada*

El tubo corrugado para la canalización de los conductores seleccionada para la instalación eléctrica del módulo es el siguiente:

- **Tubo corrugado LEXMAN para interior y exterior de HF Libre de halógenos:**
  - Disponible en secciones  $80$ ,  $16$  y  $20 \text{ mm}^2$ .
  - Material: polipropileno.
  - Resistencia al aplastamiento de  $0,3 \text{ kJ}$ .
  - Grado de protección: IP54.
  - Normativa UNE-EN 61386-22 aplicada.



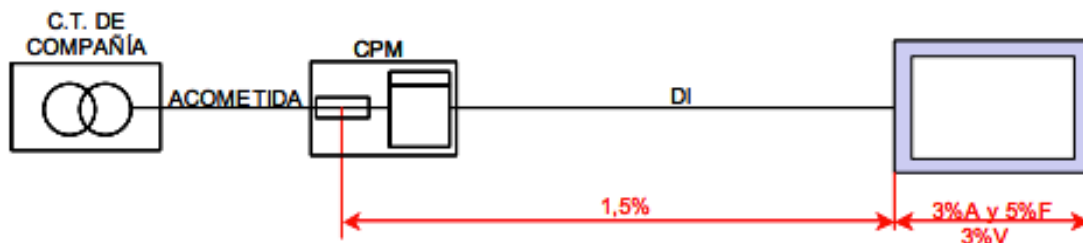
Il·lustració 103: Tubo corrugado LEXMAN seleccionado

#### 6.7.6. FÓRMULAS APLICADAS PARA LOS CÁLCULOS

Para la selección de las secciones de los conductores, se deben realizar los cálculos pertinentes. Para ello se aplicarán los criterios de decisión y se escogerá el más restrictivo.

##### - CRITERIO POR CAIDA DE TENSIÓN:

En la línea general de derivación individual, la caída de tensión no puede ser mayor de un 1,5 % En las líneas de iluminación, la caída de tensión máxima no puede ser mayor de 3 %. En el resto de líneas de la instalación no puede exceder un 5 %.



Il·lustració 104: Esquema caídas de tensión máximas admitidas según REBT-ITC-BT-19

Para realizar los cálculos, se utiliza la siguiente fórmula para conocer la sección en circuitos monofásicos:

$$secc = \frac{2 \cdot l \cdot P}{U \cdot cdt \cdot \rho}$$

Dónde:

L = Longitud en metros

P = Potencia en W

U = Tensión en V

Cdt = caída de tensión en V

$\rho$  = conductividad en  $W \cdot mm^2 / m$

- CRITERIO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMITIDA:

Este criterio limita la corriente máxima que puede circular por cada conductor en régimen permanente. Debido a esta circulación de corriente, el cable se calienta, y por ese motivo se debe aumentar la sección para disminuir ese calentamiento.

Se calcula para cada circuito la intensidad máxima de la línea, y con esa intensidad obtenida se utiliza la tabla que encontramos en el REBT-ITC-BT-19:

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
B		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>1)</sup>				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>2)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0,3 D <sup>3)</sup>					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>						3x PVC			3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>			
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>								3x PVC <sup>1)</sup>		3x XLPE o EPR		
			mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

Ilustración 105: Intensidades admisibles (A) al aire. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

Las intensidades máximas admisibles, se regirán por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523, en la que se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable.

Debemos tener en cuenta, que los cables seleccionados tienen un recubrimiento en XLPE y el tipo de montaje del módulo se corresponde con el tipo A2.

Para calcular la corriente, se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{total} = \frac{P}{U \cdot \cos(\varphi)}$$

Dónde:

$I_{total}$  = Intensidad en A.  
P = Potencia en W.  
U = Tensión en V.  
 $\cos(\varphi)$  = factor de potencia.

### 6.7.7. RESULTADOS CÁLCULOS

#### - RESUMEN DE CARGAS A MÁXIMA POTENCIA POR CIRCUITOS

	EQUIPAMIENTO	POTENCIA (KW)	UNIDADES	POTENCIA TOTAL	POTENCIA CIRCUITO (KW)
<b>CIRCUITO 1</b>	Aire acondicionado	0,83	1	0,83	0,83
<b>CIRCUITO 2</b>	Nevera	0,1	1	0,1	0,535
	Ordenador	0,105	1	0,105	
	Impresora	0,25	1	0,25	
	Negatoscopio	0,08	1	0,08	
<b>CIRCUITO 3</b>	Desfibrilador	0,35	1	0,35	4,62
	Monitor de constantes	0,09	1	0,09	
	Respirador asistido	0,135	1	0,135	
	Ecógrafo	0,215	1	0,215	
	Lámpara lupa	0,09	1	0,09	
	Electrocardiógrafo	0,06	1	0,06	
	Tomas de corriente varias	3,68	1	3,68	
<b>CIRCUITO 4</b>	Luminarias LED	0,03	6	0,18	0,2
	Luz emergencia	0,02	1	0,02	
			<b>POTENCIA TOTAL</b>	6,185	6,185

Tabla 22: Resumen de cargas a máxima potencia

#### - DIMENSIONAMIENTO LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Para el cálculo de la sección necesaria, se tiene en cuenta la potencia máxima instalada, que es de 6,185 kW. Por lo tanto, la intensidad máxima, teniendo en cuenta un factor de potencia medio de 0,85, será de:

$$I_{total} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)} = \frac{6185}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 10,50 \text{ A}$$

Para una longitud estimada de 11 metros para la línea general de alimentación, calculamos la sección mínima para el cable, sabiendo que la caída de tensión máxima admitida en este tramo, según el REBT, es de un 1,5 %. Por lo tanto, para una tensión de 400 V, podría caer 6 V como máximo.

$$secc = \frac{l \cdot P}{U \cdot cdt \cdot \rho} = \frac{11 \cdot 6185}{400 \cdot 6 \cdot 56} = 0,51 \text{ mm}^2$$

Nos da una sección teórica, para una caída de tensión del 1,5 % de 0,51 mm<sup>2</sup>. Pero el REBT ITC-BT-19 nos indica que la sección mínima para las acometidas debe ser de 10 mm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se escoge una sección de 10 mm<sup>2</sup> para la línea general de alimentación.



Se comprueba que siga cumpliendo con la caída de tensión menor a 1,5 %:

$$c.d.t = \frac{l \cdot P}{U \cdot secc \cdot \rho} = \frac{11 \cdot 6185}{400 \cdot 10 \cdot 56} = 0,304 V$$

$$c.d.t = \frac{0,304}{400} \cdot 100 = 0,077 \% < 1,5 \%$$

Este circuito alimentará llegar al inversor mediante el enchufe CETAC. El inversor gestionará la utilización o no de la energía de la línea general de alimentación, en función de la carga de las baterías y la demanda energética. Siempre priorizará el uso de la energía de las baterías, excepto cuando estas estén por debajo del 10% de su capacidad.

#### - DIMENSIONAMIENTO LÍNEA CIRCUITOS 1, 2, 3 Y 4

Conociendo que tenemos un tipo de montaje A2 (cables en tubos empotrados en paredes aislantes) y recubrimiento en XLPE, las intensidades máximas admitidas para cada sección de cable son las siguientes:

Secció (mm²)	I <sub>max</sub> (A)	R [ohms/km]
1,5	15	11,9047619
2,5	21	7,142857143
4	27	4,464285714
6	36	2,976190476
10	50	1,785714286
16	66	1,116071429
25	84	0,714285714
50	125	0,357142857
70	160	0,255102041
120	225	0,148809524

Tabla 23: Tabla intensidades máximas admisibles montaje A2 y recubrimiento XLPE

Utilizando las fórmulas descritas en el apartado 6.7.6, calculamos las caídas de tensión en el punto más desfavorable de cada circuito. Calculamos las intensidades de cada circuito y las comparamos con las máximas admisibles para este tipo de cable y montaje.

Se obtienen los siguientes resultados, donde se puede observar que todas las intensidades máximas de cada circuito son inferiores a las máximas admisibles, por lo tanto cumplen sobradamente.

En cuanto a las caídas de tensión, podemos observar que son todas inferiores a 5 % en los circuitos 1, 2 y 3, e inferiores a 3 % para el circuito 4 de iluminación.

CARGAS	Potencia	Tensión	cos $\varphi$	sen $\varphi$	$\varphi$	Longitud	Inten.	Reactiva	Sección	Línea	I <sub>max</sub>	PIA	$\Delta$ Tensión	Carga cable
	kW	V				m	A	kVar	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	A	A	%	%
CIRCUITO 1	0,83	230,00	0,85	0,53	31,79	3,6	1,41	0,51	2,5	2x2,5+2,5 TT	15	16	0,016783847	9,396092616
CIRCUITO 2	0,54	230,00	0,85	0,53	31,79	16,6	0,91	0,33	2,5	2x2,5+2,5 TT	21	16	0,049885323	4,32608395
CIRCUITO 3	4,62	230,00	0,85	0,53	31,79	18,4	7,85	2,86	2,5	2x2,5+2,5 TT	21	16	0,477497074	37,35795859
CIRCUITO 4	0,20	230,00	0,85	0,53	31,79	18,5	0,34	0,12	1,5	2x1,5+1,5 TT	21	10	0,031795115	1,617227645

Tabla 1: Tabla caídas de tensión, corrientes máximas admitidas y selección de secciones por circuito

### 6.7.8. PUESTA A TIERRA

Para el diseño de la puesta a tierra se tienen en cuenta los requerimientos del REBT, concretamente la ITC-BT-18.

Ésta nos dice que las tomas a tierra tienen que estar enterradas como mínimo a 0,5 metros. Nos dice que el anillo debe ser de cobre desnudo y de sección mínima  $25 \text{ mm}^2$ .

Para el cálculo se necesita saber la resistencia de la tierra donde irá clavado el electrodo. Como el módulo de atención de primeros auxilios y atención primaria no tiene una ubicación predeterminada, sino que puede utilizarse en cualquier lugar del mundo, para el cálculo supondremos que la naturaleza del terreno será suelo pedregoso desnudo, con una resistividad de  $1500 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$ .

La pica será vertical, ya que es de fácil instalación en el lugar donde se instale el módulo.

La resistencia de Tierra en Ohm para una pica vertical será:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Dónde:

$\rho$  = resistividad del terreno ( $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ )

$L$  = longitud de la pica (m)

El último dato que se necesita conocer es la resistencia máxima permitida según la normativa vigente.

El REBT establece los valores máximos de la resistencia a tierra. Estos valores suelen ser muy elevados, para el caso que nos ocupa, con una tensión máxima de 24 V, tenemos un diferencial de 30 mA, se establece una resistencia admisible de  $800 \Omega$  según la fórmula:

$$R_T = \frac{V_c}{I_{defecto}} = \frac{24}{0,03} = 800 \text{ W}.$$

Ahora se tiene que dimensionar la toma de tierra para que el valor de resistencia total de la instalación de la toma sea de cómo mínimo  $800 \Omega$ .

Para conocer pues la longitud de nuestra pica, se utilizará la siguiente fórmula, para una pica vertical:

$$L = \frac{\rho}{R} = \frac{1500}{800} = 1,875 \text{ metros}$$

La pica de toma a terra seleccionada es una de 2 metros de longitud de acero calibrado con tratamiento superficial de cobreado electrolítico de 140 micras, que cumple con las especificaciones de la norma UNE 202006. El diámetro es de 14 mm.



Ilustración 1: Pica a tierra de 2 metros seleccionada

## 6.8. INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Según el Código Técnico de Edificación, el módulo de atención primaria y primeros auxilios deberá contar con la instalación de 1 extintor, que se haya construido según las normas UNE-23-110.

El extintor seleccionado es el siguiente:

- **Extintor CO2 de 5 kg:**
  - Eficacia A 89B.
  - Temperatura de servicio de -20 a +60 °C.
  - Incluye soporte para pared.
  - Capacidad de 5 kg.
  - Certificado ECA por Bureau Veritas: 613/PR.
  - Coste al proveedor J.Alarm: 47,38 €.



Ilustración 2: Extintor CO2 de 5 kg seleccionado

## 7. PESO DEL MÓDULO CON SUS ELEMENTOS

Según se ha comprobado en el apartado 3 del presente proyecto, donde se habla de los tipos de contenedores, hemos visto que un contenedor como el propuesto para el diseño del módulo, de 20 pies, tiene un peso en vacío de 2327 kg y admite una carga máxima de 28 toneladas.

Se va a hacer un estudio para ver cual es el peso total del módulo, con todas las instalaciones montadas y con la estructura interna acabada. Este dato también es importante conocerlo para el transporte. Por ejemplo, como hemos visto en el apartado 4, es un factor determinante el peso del módulo para la selección del tipo de transporte.

EQUIPAMIENTO	PESO (KG)	CANTIDAD	PESO TOTAL (KG)
Aire acondicionado	20,2	1	20,2
Nevera	24	1	24
Ordenador	0,2	1	0,2
Impresora	0,4	1	0,4
Negatoscopio	4,7	1	4,7
Desfibrilador	1,85	1	1,85
Monitor de constantes	5,1	1	5,1
Respirador asistido	9,2	1	9,2
Ecógrafo	6	1	6
Lámpara lupa	6,2	1	6,2
Electrocardiógrafo	2,5	1	2,5
Elementos eléctricos	5	1	5
Luminarias LED	5,5	6	33
Luz emergencia	6,2	1	6,2
OTROS ELEMENTOS	PESO (KG)	CANTIDAD	PESO TOTAL (KG)
Mueble	74,5	1	74,5
Lavamanos	12	1	12
Camilla	59	1	59
Mueble auxiliar	16	1	16
CONTENEDOR	PESO (KG)	CANTIDAD	PESO TOTAL (KG)
CONTENEDOR DE 20 PIES VACÍO	2300	1	2300
ESTRUCTURA METÁLICA Y PLADUR	822	1	822
SUELO LAMINADO	314	1	314
PUERTA	12	1	12
VENTANAS	21	1	21
SISTEMA SOLAR + BATERÍAS	PESO (KG)	CANTIDAD	PESO TOTAL (KG)
PANELES	12	16	192
INVERSOR	38	1	38



REGULADOR	22	1	22
BATERÍAS	384	1	384
<b>INSTALACIÓN FONTANERÍA</b>	<b>PESO (KG)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PESO TOTAL (KG)</b>
DEPÓSITO	521	1	521
POTABILIZADORA	7,5	1	7,5
OTROS ELEMENTOS	10	1	10
<b>PESO TOTAL</b>			<b>4929,55</b>

Tabla 1: Sumatorio de pesos del módulo y sus elementos

El peso total del bloque de atención primaria y primeros auxilios es de 4929,55 kg sin ninguna persona dentro. El peso en funcionamiento rondará los 5100 kg. Se puede comprobar que es muy inferior al peso máximo de 28 toneladas que permite, pero 5100 kg es un peso bastante elevado. Gran parte de culpa la tienen el peso de las baterías y los paneles solares. También el peso del depósito de agua que lleno asciende a más de 500 kg y la estructura de Pladur de paredes y techo que asciende a casi 1 tonelada.

## 8. PROCESO CONSTRUCTIVO Y MONTAJE

La construcción del módulo debe ser lo más sencilla posible. Se realizará con un sistema industrializado, en el cual se montarán todos los elementos que conforman el contenedor. Gracias a este tipo de construcción industrializada, se consigue reducir los plazos de construcción, el precio es cerrado y no variará, se mantiene la misma calidad que en una construcción de obra tradicional. También se consigue alta eficiencia energética tanto en el proceso de montaje como en el módulo.

Para el proceso de montaje del módulo, primero se van a identificar las tareas y subtareas a desarrollar, que serán las siguientes:

TAREA	SUBTAREA	DESCRIPCIÓN	Horas
<b>ESTRUCTURA CONTENEDOR</b>			
<b>CORTES APERTURAS</b>	Corte aperturas de ventanas	Se realiza corte con radial específica para metales y se lijan las impurezas.	1
	Instalar ventanas	Se instalan perfiles, y las ventanas.	2
<b>REVESTIMIENTO</b>	Instalación estructura metálica paredes	Se coloca la estructura metálica fijándola al contenedor con puntos de soldadura y tornillería.	24
	Instalación estructura metálica techo	Se coloca la estructura metálica del techo fijándola con puntos de soldadura y tornillería.	8
	Colocación fibra de vidrio	Se corta y coloca la fibra de vidrio entre los perfiles de la estructura metálica.	16
	Colocación paneles Pladur techo	Se colocan los paneles de pladur fijándolos con tornillería a la estructura. Se repasan con masilla las juntas. Se dejan los huecos pertinentes para la instalación de los 6 plafones.	8

	Colocación paneles Pladur paredes	Se colocan los paneles de pladur fijándolos con tornillería a la estructura. Se repasan con masilla las juntas.	16
	Colocación lámina aislante suelo	Se coloca la lámina en todo el suelo utilizando el pegamento adhesivo específico.	4
	Colocación laminado de madera	Se colocan las piezas del laminado de madera en el suelo del módulo.	16
	Colocación zócalos esquinas	Se colocan los zócalos en las esquinas del suelo utilizando pegamento adhesivo específico.	4
<b>PINTURA</b>	Pintura exterior	Se da la capa de pintura exterior que protege el acero corten de la estructura del contenedor	4
	Poliuretano en juntas exterior	Se da una capa de poliuretano impermeabilizante en las juntas por donde pasan los cables y tubos en el techado del módulo.	2
	Pintura plástica interior	Se da una capa de pintura plástica de color blanco satinado en las paredes y techo de Pladur del interior del módulo.	4
<b>INSTALACIONES</b>			
<b>ACOMETIDA CETAC</b>	Instalación cableado y ranura para enchufe	Se pasa el cable hasta la acometida de entrada del inversor. Se pasa la clavija al exterior del módulo por la ranura.	2
<b>INSTALACIÓN BT</b>	Instalación cableado	Se pasa todo el cableado hasta los puntos previstos por dentro de las canalizaciones provistas en la estructura metálica de las paredes y por el falso techo.	8
	Instalación cuadro eléctrico y protecciones	Se instala el cuadro eléctrico con sus correspondientes protecciones y se realizan las conexiones pertinentes.	4
	Instalación enchufes e interruptores	Se instalan los enchufes e interruptores encastados en los paneles de Pladur de las paredes ya preparadas para ello.	4
<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>	Instalación estructura metálica	Se instala la estructura metálica que albergará los módulos.	4
	Instalación paneles solares	Se instalan los paneles solares en la estructura y se fija con tornillería. Se pasan los cables de cada módulo hasta el regulador.	4
	Instalación baterías	Se instalan las baterías en el lugar preparado para ello, y se realizan las conexiones del cableado al regulador y al inversor.	3
	Instalación inversor y regulador	Se instala el regulador y el inversor, se realizan las conexiones y se pasa el cable hasta el cuadro general de protecciones a la acometida.	2
<b>AIRE ACONDICIONADO</b>	Instalación módulo interior	Se instala el módulo interior del aire acondicionado.	2
	Instalación módulo exterior	Se instala el módulo exterior del aire acondicionado.	2
	Instalación cableado y conexiones	Se instala el cableado y conexiones necesarias del sistema de aire acondicionado.	2
<b>FONTANERÍA</b>	Instalación depósito	Se instala el depósito de 500 litros en la zona reservada para ello en el techado.	2
	Instalación potabilizadora	Se instala el equipo de potabilización por osmosis inversa.	1
	Instalación conexiones hidráulicas	Se instalan todas las conexiones hidráulicas, tuberías, llaves de paso hasta el lavamanos.	4
<b>LUMINARIAS</b>	Instalación 6 plafones LED	Se instalan los 6 plafones en los huecos preparados para ello en el techo de Pladur. Se realiza la conexión eléctrica.	3
	Instalación luz emergencia	Se instala la luz de emergencia encima de la puerta y se realiza la conexión eléctrica.	1



PCI	Colocación extintor	Se coloca el extintor en la pared.	0,2
<b>MUEBLES Y EQUIPAMIENTO</b>			
<b>MUEBLES</b>	Montaje mueble principal y lavamanos	Se monta y fija el mueble principal a la pared con tornillería y se monta el lavamanos que va albergado en el mueble.	8
	Montaje mueble auxiliar y camilla	Se monta el mueble auxiliar y se fija la camilla.	2
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Montaje e instalación desfibrilador	Se monta, fija e instala el desfibrilador.	0,2
	Montaje monitor de constantes	Se monta, fija e instala el monitor	0,2
	Montaje ecógrafo	Se monta, fija e instala el ecógrafo	0,2
	Montaje Lámpara médica	Se monta, fija e instala la lámpara médica con lupa	0,2
	Montaje Negatoscopio	Se monta, fija e instala el negatoscopio	0,2
<b>Tiempo total (Horas)</b>			172,2

Tabla 2: Tareas y sub-tareas construcción y montaje del módulo

Una vez se tienen determinadas las tareas y sub-tareas que se tienen que desarrollar, hay que preparar un plan de actuaciones teniendo en cuenta que hay tareas que preceden a otras, por lo tanto son dependientes, y otras tareas que son independientes. Por lo tanto, teniendo esto en cuenta, se establece el siguiente orden de actuación para la construcción del módulo:

Se determinan 5 grandes grupos de operaciones a realizar. El primer grupo, son las operaciones que se deben o pueden realizar primeramente o que son independientes y son las siguientes. Estas incluyen las relacionadas con la estructura del contenedor, o las que no dependen de ninguna otra para empezar a instalarse, como el módulo exterior del aire acondicionado, la estructura para los paneles solares, el depósito de agua o el equipo de potabilización. Son elementos que se pueden dejar ya colocados porque van en la cubierta y zona exterior del módulo.

SUBTAREA	ORDEN	DESCRIPCIÓN	Horas
Corte aperturas de ventanas	1	Se realiza corte con radial específica para metales y se lijan las impurezas.	1
Pintura exterior	1	Se da la capa de pintura exterior que protege el acero corten de la estructura del contenedor	4
Instalación estructura metálica	1	Se instala la estructura metálica de los paneles solares que albergará los módulos.	4
Instalación módulo exterior	1	Se instala el módulo exterior del aire acondicionado.	2
Instalación depósito	1	Se instala el depósito de 500 litros en la zona reservada para ello en el techado.	2
Instalación potabilizadora	1	Se instala el equipo de potabilización por osmosis inversa.	1

Tabla 3: Tareas grupo 1

El segundo grupo de operaciones, dependen de que estén realizadas las del primer grupo. En este grupo están las operaciones relacionadas con la estructura metálica necesaria para pasar la canalización de tubos de la instalación eléctrica y de fontanería y para poder colocar en ella los paneles de Pladur. También está contemplado en este grupo la instalación del suelo con todos sus elementos, y la instalación de los paneles solares en la estructura de la cubierta.

SUBTAREA	ORDEN	DESCRIPCIÓN	Horas
Instalación estructura metálica paredes	2	Se coloca la estructura metálica fijándola al contenedor con puntos de soldadura y tornillería.	24
Instalación estructura metálica techo	2	Se coloca la estructura metálica del techo fijándola con puntos de soldadura y tornillería.	8
Colocación lámina aislante suelo	2	Se coloca la lámina en todo el suelo utilizando el pegamento adhesivo específico.	4
Instalación paneles solares	2	Se instalan los paneles solares en la estructura y se fija con tornillería. Se pasan los cables de cada módulo hasta el regulador.	4
Instalación baterías	2	Se instalan las baterías en el lugar preparado para ello, y se realizan las conexiones del cableado al regulador y al inversor.	3
Instalación inversor y regulador	2	Se instala el regulador y el inversor, se realizan las conexiones y se pasa el cable hasta el cuadro general de protecciones a la acometida.	2

Tabla 4: Tareas grupo 2.

El tercer grupo son operaciones más específicas que requieren que estén acabadas las del grupo 1 y 2: Entre ellas está la colocación del material aislante, la instalación del cableado por el interior de los paneles laterales y del falso techo para llegar a los receptores establecidos, y instalación de todas las tuberías de la instalación de agua sanitaria y sus conexiones.

SUBTAREA	ORDEN	DESCRIPCIÓN	Horas
Colocación fibra de vidrio	3	Se corta y coloca la fibra de vidrio entre los perfiles de la estructura metálica.	16
Colocación laminado de madera	3	Se colocan las piezas del laminado de madera en el suelo del módulo.	16
Instalación cableado y ranura para enchufe	3	Se pasa el cable hasta la acometida de entrada del inversor. Se pasa la clavija al exterior del módulo por la ranura.	2
Instalación cableado	3	Se pasa todo el cableado hasta los puntos previstos por dentro de las canalizaciones provistas en la estructura metálica de las paredes y por el falso techo.	8

Instalación cableado y conexiones	3	Se instala el cableado y conexiones necesarias del sistema de aire acondicionado.	2
Instalación conexiones hidráulicas	3	Se instalan todas las conexiones hidráulicas, tuberías, llaves de paso hasta el lavamanos.	4

Tabla 5: Tareas grupo 3.

El cuarto grupo de operaciones, requiere que estén realizadas las del grupo 3. Encontramos las instalaciones de las ventanas, de los paneles de Pladur de paredes y techo y los zócalos y juntas del suelo. También la impermeabilización de las juntas y cortes exteriores para pasar tubos de instalaciones desde el exterior al interior del módulo.

SUBTAREA	ORDEN	DESCRIPCIÓN	Horas
Instalación puerta acceso	4	Se fija y suelda la puerta izquierda. Se reviste con aislamiento y contrachapado la derecha.	4
Instalar ventanas	4	Se instalan perfiles, y las ventanas.	2
Colocación paneles Pladur techo	4	Se colocan los paneles de Pladur fijándolos con tornillería a la estructura. Se repasan con masilla las juntas. Se dejan los huecos pertinentes para la instalación de los 6 plafones.	8
Colocación paneles Pladur paredes	4	Se colocan los paneles de Pladur fijándolos con tornillería a la estructura. Se repasan con masilla las juntas.	16
Colocación zócalos esquinas	4	Se colocan los zócalos en las esquinas del suelo utilizando pegamento adhesivo específico.	4
Poliuretano en juntas exterior	4	Se da una capa de poliuretano impermeabilizante en las juntas por donde pasan los cables y tubos en el techado del módulo.	2

Tabla 6: Tareas grupo 4.

Y por último el grupo 5 de operaciones, que requiere que estén realizadas las del grupo 4. En este último grupo, vienen determinados los trabajos de colocación de los enchufes en los huecos preparados de las paredes de Pladur, lo mismo con la colocación de los plafones de las luminarias LED, la instalación del cuadro eléctrico y de sus protecciones, instalación y montaje de los muebles y elementos del módulo. Y la instalación de ciertos dispositivos médicos que deben ir fijados a la pared con tornillería o montados sobre algún otro elemento. Como por ejemplo el Negatoscopio, que debe ir fijado sobre el mueble, o el monitor de constantes.

SUBTAREA	ORDEN	DESCRIPCIÓN	Horas
Pintura plástica interior	5	Se da una capa de pintura plástica de color blanco satinado en las paredes y techo de Pladur del interior del módulo.	4
Instalación cuadro eléctrico y protecciones	5	Se instala el cuadro eléctrico con sus correspondientes protecciones y se realizan las conexiones pertinentes.	4

Instalación enchufes e interruptores	5	Se instalan los enchufes e interruptores encastados en los paneles de Pladur de las paredes ya preparadas para ello.	4
Instalación módulo interior	5	Se instala el módulo interior del aire acondicionado.	2
Instalación 6 plafones LED	5	Se instalan los 6 plafones en los huecos preparados para ello en el techo de Pladur. Se realiza la conexión eléctrica.	3
Instalación luz emergencia	5	Se instala la luz de emergencia encima de la puerta y se realiza la conexión eléctrica.	1
Colocación extintor	5	Se coloca el extintor en la pared.	0,2
Montaje mueble principal y lavamanos	5	Se monta y fija el mueble principal a la pared con tornillería y se monta el lavamanos que va albergado en el mueble.	8
Montaje mueble auxiliar y camilla	5	Se monta el mueble auxiliar y se fija la camilla.	2
Montaje e instalación desfibrilador	5	Se monta, fija e instala el desfibrilador.	0,2
Montaje monitor de constantes	5	Se monta, fija e instala el monitor	0,2
Montaje ecógrafo	5	Se monta, fija e instala el ecógrafo	0,2
Montaje Lámpara médica	5	Se monta, fija e instala la lámpara médica con lupa	0,2
Montaje Negatoscopio	5	Se monta, fija e instala el negatoscopio	0,2

Tabla 7: Tareas grupo 5.

Una vez determinados estos 5 grandes grupos de operaciones a realizar, se calcula las horas necesarias para la realización de todas las tareas de cada grupo:

GRUPO	Horas	Jornadas
1	14	1,75
2	45	5,625
3	48	6
4	36	4,5
5	29,2	3,65
<b>TOTAL</b>	<b>172,2</b>	<b>21,525</b>

Tabla 8: Resumen de tareas por grupos y tiempo

En total se necesitan aproximadamente 22 jornadas de 8 horas para tener el módulo de atención primaria y primeros auxilios listo y preparado para su uso.

Ese tiempo se puede reducir, si se ponen 2 operarios, ya que cada jornada serían 16 horas de trabajo entre los dos operarios. De esta forma se reduciría el tiempo a la mitad, quedándose en unos escasos 11 días.

Para ello, se establece el siguiente diagrama de Gantt, suponiendo que se comienza a trabajar en el montaje del módulo el lunes día 3 de febrero de 2020, y que el equipo humano de instaladores estará compuesto por 2 operarios.

TAREAS	SUBTAREAS	GRUPO	HORAS	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
				3/2/20	4/2/20	5/2/20	6/2/20	7/2/20	#	#	10/2/20	11/2/20	12/2/20	13/2/20	14/2/20	#	#	17/2/19
<b>ESTRUCTURA CONTENEDOR</b>																		
CORTES APERTURAS	Corte aperturas de ventanas	1	1															
	Instalación puerta acceso	4	4															
	Instalar ventanas	4	2															
REVESTIMIENTO	Instalación estructura metálica paredes	2	24															
	Instalación estructura metálica techo	2	8															
	Colocación fibra de vidrio	3	16															
	Colocación paneles Pladur techo	4	8															
	Colocación paneles Pladur paredes	4	16															
	Colocación lámina aislante suelo	2	4															
	Colocación laminado de madera	3	16															
	Colocación zócalos esquinas	4	4															
PINTURA	Pintura exterior	1	4															
	Poliuretano en juntas exterior	4	2															
	Pintura plástica interior	5	4															
<b>INSTALACIONES</b>																		
ACOMETIDA CETAC	Instalación cableado y ranura para enchufe	3	2															
INSTALACIÓN BT	Instalación cableado	3	8															
	Instalación cuadro eléctrico y protecciones	5	4															
	Instalación enchufes e interruptores	5	4															
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Instalación estructura metálica	1	4															
	Instalación paneles solares	2	4															
	Instalación baterías	2	3															
	Instalación inversor y regulador	2	2															
AIRE ACONDICIONADO	Instalación módulo interior	5	2															
	Instalación módulo exterior	1	2															
	Instalación cableado y conexiones	3	2															
FONTANERÍA	Instalación depósito	1	2															
	Instalación potabilizadora	1	1															
	Instalación conexiones hidráulicas	3	4															
LUMINARIAS	Instalación 6 plafones LED	5	3															
	Instalación luz emergencia	5	1															
PCI	Colocación extintor	5	0,2															
<b>MUEBLES Y EQUIPAMIENTO</b>																		
MUEBLES	Montaje mueble principal y lavamanos	5	8															
	Montaje mueble auxiliar y camilla	5	2															
EQUIPAMIENTO	Montaje e instalación desfibrilador	5	0,2															
	Montaje monitor de constantes	5	0,2															
	Montaje ecógrafo	5	0,2															
	Montaje Lámpara médica	5	0,2															
	Montaje Negatoscopio	5	0,2															

Tabla 33: Diagrama de Gantt

## 9. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

El impacto ambiental es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. Las acciones de las personas en muchas ocasiones pueden alterar la naturaleza y los ecosistemas. Es por ello que se debe preservar y cuidar el diseño, ejecución y aplicación de todo proyecto para conseguir que el impacto ambiental sea mínimo.

Se considera que para la realización de un estudio de impacto ambiental completo se necesita el trabajo de un equipo multidisciplinar especializado en muchas materias, por lo tanto, en el proyecto que nos ocupa, la evaluación de impacto ambiental que se realizará a continuación será básica y a modo de resumen orientativo ya que no es el objeto principal del proyecto.

El presente proyecto no supondrá una actividad que involucre un uso extensivo ni intensivo del terreno, tales como alteraciones en la geología de la superficie ni alteraciones importantes en el ecosistema donde se implante.

El módulo tendrá un impacto ambiental negativo en cuanto a las emisiones de gases contaminantes debidos al transporte de los módulos hasta su ubicación de trabajo, ya sea por carretera, mar o aire. Estas emisiones siempre podrán ser reducidas si se utilizan medios de transporte no contaminantes como trenes o camiones eléctricos.

Otro punto crítico en cuanto a los materiales utilizados para el módulo son las baterías de los paneles solares. Son un elemento crítico ya que su vida útil suele rondar los 25 años y al final de ésta, se deben reciclar según la normativa vigente, llevándolo a un punto limpio de tratamiento de residuos. Otros componentes electrónicos y algunos plásticos utilizados también se deben tratar específicamente al final de su vida útil.

En cuanto a los residuos generados en el proceso de ejecución del módulo, estos serán escasos, ya que se intentará siempre utilizar materiales reciclables y comprometidos con el medioambiente, así como también comprar a proveedores que cuenten con las acreditaciones ISO 14001 y 9001.

Cabe destacar, que el módulo diseñado en este proyecto se basa en la reutilización de contenedores marítimos en desuso. De esta forma se contribuye al reciclaje de estos contenedores que quedan abandonados.

Otro punto muy importante a destacar es que el módulo no emite ningún tipo de gas ni materia contaminante. Energéticamente, se autoabastece mediante un sistema de paneles fotovoltaicos que suministran la energía eléctrica suficiente para el consumo del módulo.

En resumen, el módulo diseñado es energéticamente autosuficiente, característica que contribuye muy favorablemente a la calidad ambiental.

## 10. VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para analizar la viabilidad del proyecto se realizará un análisis DAFO donde se analizarán las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del proyecto en caso de querer llevarlo a cabo y comercializarlo.

- Debilidades:
  - El no conocimiento del mercado ni del sector.
  - Transporte aéreo inviable.
  - Mantenimiento del módulo y sus instalaciones no contemplado.
  - Vida útil de algunos elementos como las baterías o el propio contenedor reutilizado.
  - Complicada salida del producto.
- Amenazas:
  - Tiempo de vida útil del módulo y sus elementos.
  - Daños debido a inclemencias del tiempo.
  - Daños debido a vandalismo.
  - Transporte lento por mar.
  - Competencia.
- Fortalezas:
  - Producto relativamente económico.
  - Producto innovador.
  - Facilidad de transporte y rápido montaje.
  - Se pueden montar estructuras con varios módulos.
  - Alto valor social.
  - Auto-sostenible energéticamente.
  - Gran utilidad médica.
  - Rapidez de fabricación y montaje del módulo.
  - Personal de montaje mínimo.
- Oportunidades:
  - Destinado a ayuda humanitaria.
  - Posibilidad de adaptación a otros tipos de módulos de atención médica.
  - Seguridad médica.
  - Posibilidad de venta de lotes de varias unidades a ONG's, gobiernos, ejércitos y empresas privadas.
  - Posibilidad de diseñar módulos a medida, modulables.

En resumen se destaca que el módulo tiene una gran utilidad en el mercado actual, pero los potenciales compradores son mercados no conocidos y difíciles de acceder, ya que



suelen ser entidades públicas u organizaciones sin ánimo de lucro. Un punto positivo es que en caso de conseguir un contrato de venta pública a ciertos organismos o entidades gubernamentales de ciertos países, probablemente se venderían varios lotes de bastantes unidades.

## 11. NORMATIVA Y REGLAMENTO DE APLICACIÓN

A continuación se recogen las normativas aplicables al proyecto consultadas y de mayor interés:

Regulación de dispositivos sanitarios en eventos:

- Real Decreto 2816/1982.
- Real Decreto 393/2007.
- Real Decreto 836/2012.
- Real Decreto 22/2014.

Regulación en cuanto a servicios y equipamiento sanitario obligatorio:

- Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre la autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- Real Decreto 137/1984, de 11 de enero, sobre estructuras básicas de la salud.
- Llei 31/95, de 8 de Novembre.

Selección tallímetro y báscula según la norma:

- CE 93/42.

Selección esfigmomanómetro Aneroides según norma:

- EN 1060-1/2.

Selección luz señalización de emergencia fabricada según la norma:

- UNE 60598-2-22.

Selección elementos de protección:

- Magneto-térmico ICP según UNE-EN 20317.
- Interruptor diferencial según UNE-EN-61.008-1:96.
- PIA automático según UNE EN 60.898.

Selección tubo corrugado para proteger las mangueras de cable:

- Selección según UNE-EN 61386-22.

#### Reglamento electrotécnico de baja tensión aplicado:

- ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia.
  - Cualquiera que sea su ocupación, incluye hospitales, ambulatorios, sanatorios, asilos...
- ITC-BT-33 Instalaciones provisionales y temporales de obras.
  - Serán aplicables las prescripciones técnicas recogidas en la ITC-BT-24.
- ITC-BT-38 Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.
  - No se aplica, ya que el módulo no se considera sala de intervención.
- ITC-BT-14 Instalaciones de enlace y línea de alimentación general.
- ITC-BT-10 Previsiones de cargas para baja tensión.
- ITC-BT-24 Protección contra contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-19 Intensidad máxima admitida. Según UNE 20.460-5-523.
- ITC-BT-17 Dispositivos de mando y protección.
- ITC-BT-21 Tubos y canales protectores y protección contra sobreintensidades

#### Instalación de fontanería:

- UNE-EN-806-3:2007 Especificaciones para instalaciones de conducción de agua para el consumo humano en edificios.

#### Instalación de climatización:

- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.

#### Dimensiones de los contenedores de transporte marítimo:

- ISO 6346.

#### Dimensiones puertas y accesos:

- Reglamento Técnico de la edificación.

#### Selección extintor:

- UNE-23-110

## 12. CONCLUSIONES

Este proyecto tenía como objetivo diseñar un bloque de atención primaria y atención de primeros auxilios, que fuera versátil, auto-sostenible energéticamente, de fácil montaje y transporte. El principal objetivo, era que este módulo pudiera ser transportado a cualquier lugar del mundo de la forma más fácil y que pudiera dar solución a un gran abanico de problemas de diferentes índoles.

Este bloque sanitario tiene que ser una herramienta imprescindible para los médicos, para que puedan dar un servicio sanitario de calidad en cualquier lugar del mundo y atender a un gran número de cuadros clínicos, desde una atención primaria a enfermedades comunes hasta los primeros auxilios a pacientes que hayan sufrido accidentes graves.

Como se indica, este módulo debe estar preparado y dotado del equipamiento sanitario suficiente para poder atender a este gran número de casuísticas diferentes, por ese motivo se ha decidido equipar de más equipamiento que el mínimo exigido por las normativas. Un ejemplo de ello es el respirador asistido, o el ecógrafo, que son elementos que no están contemplados en los listados de material mínimo obligatorio para una consulta de primeros auxilios y mucho menos para una de atención primaria.

Otro punto a tener en cuenta, es la prioridad de poder hacer un módulo sostenible energéticamente, para que sea totalmente autónomo y no dependa de conexiones eléctricas de terceros o de generadores auxiliares. De esta forma, se ha equipado con un sistema fotovoltaico aislado con acumuladores, que puedan almacenar energía suficiente como para abastecer al módulo durante como mínimo 2 días sin cargarse. Una problemática que se ha encontrado, es que los paneles debían poder ser orientables hacia el sur, por lo tanto giratorios, ya que la ubicación del módulo será variable, era totalmente necesario esta movilidad de los paneles. Para ello se ha decidido la instalación de una estructura de soporte giratorio, para permitir la orientación adecuada en función del lugar. La segunda problemática, es que para las necesidades energéticas del módulo, el número necesario de paneles solares es de 16. Estos 16 paneles no caben en el techado del contenedor de 20 pies. Por ese motivo, sobresalen unos 25 centímetros por los laterales del módulo. Estando el módulo instalado en su ubicación de trabajo, no ocurre nada, pero para su transporte no pueden sobresalir, por lo tanto se deberán recoger los módulos, para que cumplan con las medidas adecuadas.

En cuanto a la instalación de fontanería, la presión que llega al grifo sanitario es inferior a la mínima exigida por la normativa. No se decide instalar bomba ya que el uso que se le va a dar a ese grifo es simplemente para lavarse las manos o lavar utensilios médicos, y la presión es más que suficiente.

Finalmente, cabe destacar que en función de las necesidades del lugar de instalación, existe la posibilidad de unir varios módulos, para poder crear un centro sanitario con varios consultorios médicos. De esta forma se podría construir un centro sanitario para abastecer a un gran número de personas simplemente uniendo varios módulos entre ellos.

Tras haber realizado este proyecto, se debe destacar que se han cumplido con los objetivos planteados en su inicio, y se ha logrado diseñar un módulo de atención primaria y primeros auxilios reutilizando contenedores marítimos en desuso, con todas las instalaciones y equipamientos necesarios para el desarrollo de su función y totalmente adaptable a entornos de trabajo variables.

## 13. BIBLIOGRAFÍA

- 1) DÖRRIES, C., ZAHRADNIK, S., ALBUS, J., MEUSER, P. y DOM PUBLISHERS, 2020. *Container and Modular Buildings : Construction and Design Manual* [en línea]. : DOM,. [Consulta: 28 agosto 2019]. ISBN 9783869223018. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1525844\\_\\_Scontainer modular\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X2?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1525844__Scontainer modular__Orightresult__U__X2?lang=cat).
- 2) JANDURA, P., 2016. Electric Drive and Energy Storage System for Industry Modular Mobile Container Platform, Feasibility Study. *IFAC PapersOnLine* [en línea], vol. 49, no. 25, pp. 448. [Consulta: 21 noviembre 2019]. ISSN 24058963. Disponible en: <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/23a0d11879dc699532f02959da7b4b3d>.
- 3) DÖRRIES, C. y ZAHRADNIK, S., 2016. *Container and modular buildings : construction and design manual* [en línea]. Berlin : DOM,. [Consulta: 2 octubre 2019]. ISBN 3869225157. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1491498\\_\\_Scontainer \\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1491498__Scontainer __Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 4) MINGUET, J.M., 2015. *Container & Prefab houses* [en línea]. Sant Adrià de Besòs: Monsa,. [Consulta: 2 octubre 2019]. ISBN 9788415829935. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1464769\\_\\_Scontainer \\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1464769__Scontainer __Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 5) LI, L., 2015. Reprint of "Enhancing green supply chain initiatives via empty container reuse". *Transportation Research Part E* [en línea], vol. 74, pp. 109. [Consulta: 2 octubre 2019]. ISSN 13665545. Disponible en: <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/ac405f477e9442b166242f96b040510c>.
- 6) KLOSE, A. y MARCRUM, C., 2015. *The container principle : how a box changes the way we think* [en línea]. London, England : The MIT Press,. [Consulta: 3 octubre 2019]. ISBN 0262028573. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1462239\\_\\_Scontainer \\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1462239__Scontainer __Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 7) GARRIDO, L. de, 2015. *Green container architecture 3* [en línea]. Sant Adrià de Besòs : Monsa,. [Consulta: 2 octubre 2019]. ISBN 9788415829812. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1457266\\_\\_Scontainer \\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1457266__Scontainer __Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 8) INFANTE PAEZ, J.D. y DUVAN, J., 2014. Elemento de unión para contenedores de carga marítimos: uso de estructuras recicladas para construcción de edificaciones en altura. ,
- 9) KATHRYN, K., 2013. Self-contained living: Shipping container reuse. *ReNew: Technology for a Sustainable Future* [en línea], no. 122, pp. 36. [25 agosto 2019]. ISSN 13271938. Disponible en: <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/6989fbc5fa4c88a061a7ab4b161d198>.
- 10) SLAWIK, H., 2010. *Container atlas : a practical guide to container architecture* [en línea]. Berlin : Gestalten. [Consulta: 26 octubre 2019]. ISBN 9783899552867. Disponible en: [https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1372188\\_\\_Scontainer \\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1372188__Scontainer __Orightresult__U__X6?lang=cat).

- 11) PAREJA APARICIO, M., 2010. *Energía solar fotovoltaica : cálculo de una instalación aislada / Miguel Pareja Aparicio* [en línea]. Barcelona : Marcombo,. [Consulta: 12 agosto 2019]. ISBN 9788426715968. Disponible en:  
[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1363253\\_\\_Sfotovoltaica\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1363253__Sfotovoltaica__Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 12) TANG, N., KRAUS, C.K., BRILL, J.D., SHAHAN, J.B., NESS, C. y SCHEULEN, J.J., 2008. Hospital-based event medical support for the Baltimore marathon, 2002-2005. *Prehospital Emergency Care*, vol. 12, no. 3, pp. 320-326. ISSN 10903127. DOI 10.1080/10903120802099112.
- 13) LABOURET, A., 2008. *Energía solar fotovoltaica : manual práctico (adaptado al Código Técnico de la Edificación) / Anne Labouret, Michel Villos* [en línea]. Madrid : Mundi-Prensa,. [Consulta: 2 noviembre 2019]. ISBN 9788484763079. Disponible en:  
[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1324753\\_\\_Sfotovoltaica\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6;jsessionid=2736C067352FA7DC2B981AAFDDBBC877A?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1324753__Sfotovoltaica__Orightresult__U__X6;jsessionid=2736C067352FA7DC2B981AAFDDBBC877A?lang=cat).
- 14) KOTNIK, J., 2008. *Container architecture* [en línea]. Barcelona : Links International. [Consulta: 22 noviembre 2019]. ISBN 9788496969292. Disponible en:  
[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1343874\\_\\_Scontainer\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1343874__Scontainer__Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 15) SANCHEZ, L.D., TRACY, J.A., BERKOFF, D. y PEDROSA, I., 2006. Ischemic colitis in marathon runners: A case-based review. *Journal of Emergency Medicine*, vol. 30, no. 3, pp. 321-326. ISSN 07364679. DOI 10.1016/j.jemermed.2005.05.021.
- 16) SANCHEZ, L.D., CORWELL, B. y BERKOFF, D., 2006. *Medical problems of marathon runners*. septiembre 2006. S.l.: s.n.
- 17) *Handbook of container shipping management / editors: Christel Heideloff, Thomas Pawlik* [en línea], 2006. Bremen : Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik ,. [Consulta: 27 noviembre 2019]. Disponible en:  
[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1508732\\_\\_Scontenidor mar%EDtim\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X1?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1508732__Scontenidor mar%EDtim__Orightresult__U__X1?lang=cat).
- 18) BRIS, P., NUERE, S., BENDITO, F. y SAINT-SUPERY, M., 1999. CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MEDIANTE CONTENEDORES DE OBRA. *Ayuso & Restoy*. S.l.: y Inurrieta.
- 19) RICH, M.W. y MARON, B.J., 1997. *Risk for sudden cardiac death associated with marathon running [3]*. 1997. S.l.: s.n.
- 20) BUNT, A.C. y BUNT, A.C., 1988. *Media and mixes for container-grown plants : a manual on the preparation and use of growing media for pot plants* [en línea]. London [etc.] : Unwin Hyman. [Consulta: 27 noviembre 2019]. ISBN 0046350160. Disponible en:  
[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1175286\\_\\_Scontainer\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X6?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1175286__Scontainer__Orightresult__U__X6?lang=cat).
- 21) YOUNG, M., SCIURBA, F. y RINALDO, J., 1987. Delirium and pulmonary edema after completing a marathon. *American Review of Respiratory Disease*, vol. 136, no. 3, pp. 737-739. ISSN 00030805. DOI 10.1164/ajrccm/136.3.737.
- 22) PRESENTACIÓN LA UNIDAD DIDACTICA -A, A. DE, -A, I. y APRENDIZAJE. SISTEMA ESPAÑOL DE PROTECCIÓN CIVIL ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL Página 2 INDICE GENERAL. . S.l.:

- 23) L, E.A. y GARCIA CARRERA JORDI PAYOLA LAHOZ, D., [sin fecha]. ELEMENTO DE UNIÓN PARA CONTENEDORES DE CARGA MARITIMOS USO DE ESTRUCTURAS RECICLADAS PARA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN ALTURA. . S.I.:
- 24) JESUS MUÑOZ LOPEZ, J., [sin fecha]. ACUERDO\_CRITERIOS\_BASICOS. . S.I.:
- 25) INAP, [sin fecha]. Equipamiento sanitario. ,
- 26) ¿Cómo funciona un contenedor reefer? [en línea]. [Consulta: 15 noviembre 2019]. Disponible en: <https://rflcargo.com/funcionamiento-contenedor-reefer/>.
- 27) ¿Cuáles son los mejores Aislantes Térmicos para una Reforma Ecológica? [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 15 noviembre 2019]. Disponible en: <https://blogvecinolisto.com/mejores-aislantes-termicos-reforma-ecologica/>.
- 28) ¿Cuánto cuesta instalar placas solares? ★ Akiter.com. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 8 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.akiter.com/blog/cuanto-cuesta-instalar-placas-solares/>.
- 29) ⚡ 8 pasos de Cálculo de la Instalación Eléctrica Domiciliaria. Electricasas. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 8 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.electricasas.com/instalaciones-electricas/pasos-para-el-calculo-de-una-instalacion-electrica-domiciliaria/>.
- 30) 10 ejemplos de contenedores marítimos reciclados. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 8 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.concienciaeco.com/2014/01/08/10-ejemplos-de-arquitectura-en-contenedores-maritimos/>.
- 31) aire – Martico | Transportes Contenedores Maritimos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 diciembre 2019]. Disponible en: <https://martico.com/inicio/aire/>.
- 32) Aislamiento con Fibra de Vidrio | AISLAHOME. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 diciembre 2019]. Disponible en: <https://aislahome.es/aislamiento-fibra-vidrio/>.
- 33) Así será la energía solar del futuro. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 8 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/ciencia/planeta-tierra/20180113/434235557334/energia-solar-fotovoltaica-futuro-nuevos-materiales-perovskitas-kesteritas.html>.
- 34) Autoconsumo: Genera energía solar con placas solares - Holaluz. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 6 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.holaluz.com/autoconsumo/>.
- 35) BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2019-6348. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-6348&p=20190430&tn=0>.
- 36) Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos. [en línea], [sin fecha]. S.I.: Disponible en: [www.apc.com](http://www.apc.com).
- 37) Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en: <http://calculationsolar.com/es/calcular.php>.
- 38) Cálculo para Baja Tensión – General Cable®. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.generalcable.com/eu/es/information-center/tools-applications/gc-app-low-voltage>.
- 39) Calculo Seccion Cables Secciones de los Cables Conductores. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/secciones-de-cables.html>.



- 40) Características del equipamiento en los espacios sanitarios | Greendok. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://greendok.com/caracteristicas-del-equipamiento-en-los-espacios-sanitarios>.
- 41) Carreteras por país - Mapa Comparativo de Países - Mundo. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 2 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=115&r=xx&l=es>.
- 42) Cómo aislar una vivienda de contenedores marítimos | mimbrea. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 2 diciembre 2019]. Disponible en:  
<http://www.mimbrea.com/como-aislar-una-vivienda-de-contenedores-maritimos/>.
- 43) Contenedor Jaula IBC 600 litros | todocontenedores.com. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 3 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://www.todocontenedores.com/producto/contenedor-jaula-ibc-600-litros.html>.
- 44) CONTENEDOR REEFER 40' HIGH 40' HIGH CUBE CONTENEDOR ABIERTO 20' OPEN 20' OPEN TOP CONTENEDOR ABIERTO 40' OPEN 40' OPEN TOP CONTENEDOR ABIERTO 20' FLAT 20' FLAT RACK. , [sin fecha]. S.I.:
- 45) Contenedores marítimos sostenibles | Ros Container. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 3 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://roscontainer.es/contenedores-maritimos-sostenibilidad/>.
- 46) Deposito polietileno para agua potable Schutz Aquatonne 500 litros barato. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://www.solostocks.com/venta-productos/equipos-domesticos-tratamiento-agua/depositos-agua/deposito-polietileno-para-agua-potable-schutz-aquatonne-500-litros-6528591>.
- 47) Diferencias entre Lana de Roca y Fibra de Vidrio | Cantitec. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.cantitec.es/diferencias-entre-lana-de-roca-y-fibra-de-vidrio/>.
- 48) Dimensiones en las puertas según la Norma UNE 56801:2008 | Símbolo de Calidad Blog. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en:  
<http://blog.simbolocalidad.com/dimensiones-en-las-puertas-segun-la-norma-une-568012008>.
- 49) dotacion y equipamiento. , [sin fecha].
- 50) El concepto del ready made aplicado a los contenedores | Catálogo Digital de Publicaciones DC. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en:  
[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=473&id\\_articulo=9459](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=473&id_articulo=9459).
- 51) El transporte de carga por tierra, mar y aire | Transportes F. Ramos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en:  
<http://www.transframos.com/es/actualidad/el-transporte-de-carga>.
- 52) En más de 1.000 eventos velando por tu seguridad este verano - En más de 1.000 eventos velando por tu seguridad este verano - Cruz Roja. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www2.cruzroja.es/-/en-mas-de-1-000-eventos-velando-por-tu-seguridad-este-verano>.
- 53) Equipamiento sanitario. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 diciembre 2019]. Disponible en: <http://laadministraciondialdia.inap.es/noticia.asp?id=1104972>.

- 54) Equipamiento sanitario. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 diciembre 2019].  
Disponible en:  
[https://www.iustel.com/diario\\_del\\_derecho/noticia.asp?ref\\_iustel=1104972](https://www.iustel.com/diario_del_derecho/noticia.asp?ref_iustel=1104972).
- 55) Equipamiento Sanitario. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 10 diciembre 2019].  
Disponible en: <http://sepymedical.com/tienda/equipamiento-sanitario>.
- 56) equipamiento sanitario - veredes. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 10 diciembre 2019]. Disponible en: <https://veredes.es/blog/obras/arquitectura/equipamiento-sanitario/>.
- 57) Eventos y su Seguridad | Comunicación, Seguridad, Eventos y Protocolo. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://www.eventosysuseguridad.es/congresos-y-eventos/seminarios-proteventos-2019-1/normativa-fases-y-recomendaciones-para-eventos-de-gran-afluencia-de-público/>.
- 58) FÓRMULAS PARA EL CALCULO DE SECCIONES. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 diciembre 2019]. Disponible en:  
<http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/58->.
- 59) INSTALACION ELECTRICA Cálculos Eléctricos-Generalidades. , [sin fecha]. S.I.:
- 60) Instalación fotovoltaica aislada | Cero Grados Sur. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 diciembre 2019]. Disponible en: <http://www.cerogradossur.es/instalacion-fotovoltaica-aislada/>.
- 61) Instalación fotovoltaica aislada | Como diseñarla bien | Kit Solar Aislada | Tienda online Tecnosol. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 diciembre 2019]. Disponible en: <https://tecnosolab.com/noticias/instalacion-fotovoltaica-aislada/>.
- 62) Instalación Solar Fovoltaica para Vivienda. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>.
- 63) Instalar placas solares: Precios, Pasos de la instalación y Permisos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 18 diciembre 2019]. Disponible en:  
<https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion>.
- 64) Kit Solar Aislada | Kits Solares Aislada Fovoltaicos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 19 diciembre 2019]. Disponible en: <https://autosolar.es/kit-solar-aislada>.
- 65) La construcción con contenedores marítimos | mimbrea. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 19 diciembre 2019]. Disponible en:  
<http://www.mimbrea.com/construccion-con-contenedores-martimos/>.
- 66) La flexibilidad de diseñar y construir una casa con 1, 2, 3, 4 y 31 contenedores de carga. - AboutHaus. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 19 diciembre 2019].  
Disponible en: <https://about-haus.com/construir-una-casa-con-contenedores/>.
- 67) La seguridad en eventos con gran afluencia de gente - Revista Innovación Seguridad. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 20 diciembre 2019]. Disponible en:  
[https://revistainnovacion.com/nota/10393/la\\_seguridad\\_en\\_eventos\\_con\\_gran\\_afluencia\\_de\\_gente/](https://revistainnovacion.com/nota/10393/la_seguridad_en_eventos_con_gran_afluencia_de_gente/).
- 68) los 10 mejores...: Los helicopteros mas fuertes. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: <http://10mundo.blogspot.com/2012/05/los-helicopteros-mas-fuertes.html>.

- 69) Los 8 Tipos de Contenedores Marítimos y sus Características. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.pitarchlogistica.com/es/noticias/contenedores-transporte-maritimo-caracteristicas>.
- 70) Los contenedores marítimos en el transporte de mercancías. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: <https://cstgrupo.com/contenedores-maritimos-en-transporte-mercancias/>.
- 71) Orden PCI/488/2019, de 26 de abril, por la que se publica la Estrategia Nacional de Protección Civil, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional. TEXTO CONSOLIDADO Última modificación: sin modificaciones. , [sin fecha]. S.I.:
- 72) P12 – Cálculo de cables y Protecciones – Planilla de circuitos completa. « instalaciones electromecánicas. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 15 diciembre 2019]. Disponible en: <https://ie2mmo.wordpress.com/2017/06/13/p12-calculo-de-cables-y-protecciones/>.
- 73) Paneles solares | Cambio Energético - Cambio Energético. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 16 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.cambioenergetico.com/26-paneles-solares>.
- 74) Placa solar fotovoltaica monocristalina VICTRON 55W / 12V- Fusión Energía Solar. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 19 diciembre 2019]. Disponible en: <https://fusionenergiasolar.es/fotovoltaica/583-placa-solar-fotovoltaica-monocristalina-victron-50w-12v-8719076040330.html>.
- 75) Placas de cartón yeso · LEROY MERLIN. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.leroymerlin.es/construccion/tabiques-techos/placas-carton-yeso>.
- 76) Placas solares | Financiación y envío gratuito | Atersa. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 7 diciembre 2019]. Disponible en: <https://atersa.shop/paneles-solares-fotovoltaicos/>.
- 77) Resultados y ficha. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 4 octubre 2019]. Disponible en: [https://dogc.gencat.cat/es/pdogc\\_canals\\_interns/pdogc\\_resultats\\_fitxa/?language=es\\_ES&originParam=cercaSimple&newLang=es\\_ES&action=searchprint&searchTypeParam=simple&portalId=2&submit.x=9&submit.y=10&text=equipament+primers+auxilis&txttext=equipament+primers+auxilis&txtonlyTitle=](https://dogc.gencat.cat/es/pdogc_canals_interns/pdogc_resultats_fitxa/?language=es_ES&originParam=cercaSimple&newLang=es_ES&action=searchprint&searchTypeParam=simple&portalId=2&submit.x=9&submit.y=10&text=equipament+primers+auxilis&txttext=equipament+primers+auxilis&txtonlyTitle=).
- 78) Selector de sistemas - Pladur. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 6 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.pladur.es/es-es/selector-de-sistemas>.
- 79) Técnica de Equipamiento de la consulta médica de A.P. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.fisterra.com/ayuda-en-consulta/tecnicas-atencion-primaria/equipamiento-consulta-medica-ap/>.
- 80) Tema 2. Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (B.T.). [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 7 diciembre 2019]. Disponible en: <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3077/html/index.html>.
- 81) TEMA 4: PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. , [sin fecha]. S.I.:
- 82) Tipo de Contenedores Marítimos - Estandar - Noatum Maritime. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.noatummaritime.com/tipo-de-contenedores-maritimos-estandar/>.

- 83) Tipos de contenedores marítimos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.zarca.es/tipos-de-contenedores-maritimos/>.
- 84) Tipos de Contenedores Marítimos | DSV. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.es.dsv.com/sea-freight/contenedores-maritimos>.
- 85) Tipos de contenedores y sus dimensiones | iContainers. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.icontainers.com/es/tipos-de-contenedores-y-sus-dimensiones/>.
- 86) Tipos de paneles solares. Energía solar para principiantes - Endef. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 17 diciembre 2019]. Disponible en: <https://endef.com/tipos-de-paneles-solares/>.
- 87) Transporte marítimo internacional | Eurosender.com. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 15 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.eurosender.com/es/transporte-maritimo>.
- 88) Ventajas e inconvenientes de usar pladur para hacer reformas. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 14 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/2220239/0/pladur/reformas/ventajas-inconvenientes/>.
- 89) Ya está aquí la placa solar reversible que esperó a la muerte del impuesto al sol. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 19 diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-02-07/placas-solares-lg-nuevo-negocio-espana\\_1808002/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-02-07/placas-solares-lg-nuevo-negocio-espana_1808002/).